

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 924 472 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

23.06.1999 Patentblatt 1999/25

(51) Int. Cl.⁶: F24D 19/08

(21) Anmeldenummer: 98121945.4

(22) Anmeldetag: 19.11.1998

(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

(30) Priorität: 26.11.1997 AT 200497

16.12.1997 AT 211797

(71) Anmelder: A. SCHWARZ + CO.

6410 Telfs (AT)

(72) Erfinder: Schreter, Roman

6410 Telfs (AT)

(74) Vertreter:

Torggler, Paul Norbert et al

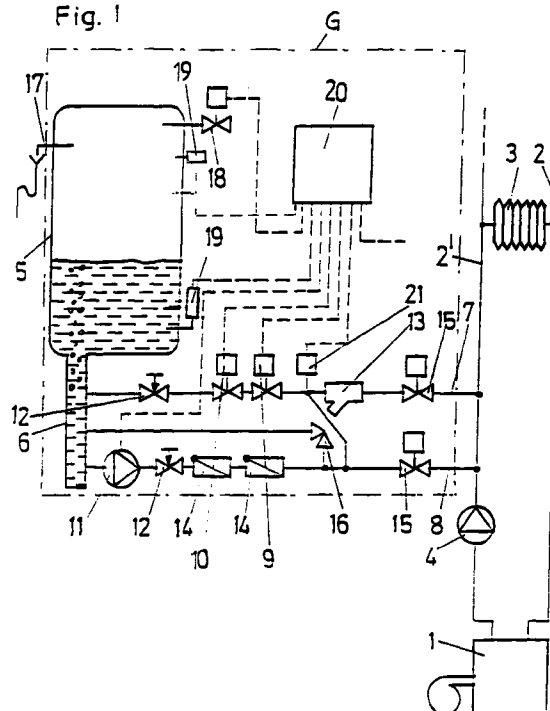
Wilhelm-Greilstrasse 16

6020 Innsbruck (AT)

(54) **Verfahren zur Steuerung einer Vorrichtung zur Entgasung und gegebenenfalls Druckkorrektur einer in einem Flüssigkeitskreislaussystem, insbesondere einer Heizungsanlage, zirkulierenden Flüssigkeit**

(57) Verfahren zur Steuerung einer Vorrichtung zur Entgasung und gegebenenfalls Druckkorrektur einer in einem Flüssigkeitskreislaussystem, insbesondere einer Heizungsanlage, zirkulierenden Flüssigkeit, mit einem mit der Atmosphäre in Gasaustausch stehenden Flüssigkeitsbehälter (5), der über elektrisch steuerbare Ventile (9,10) enthaltende Zulaufleitung (7) mit dem Flüssigkeitskreislaussystem in Verbindung steht, wobei der Rücklauf der Flüssigkeit über eine Druckpumpe (11) erfolgt, sowie mit einer elektronischen Steuereinrichtung (20), die durch Steuerleitungen mit einem Drucksensor (21), ferner mit den elektrisch steuerbaren Ventilen (9,10) und mit dem Antrieb der Druckpumpe (11) in Verbindung steht. Zur Entgasung der Kreislauf-Flüssigkeit durch die Steuereinrichtung werden die elektrisch steuerbaren Ventile (9,10) und der Antrieb der Druckpumpe (11) geschaltet. Die elektronische Steuereinrichtung (20) erfaßt den zeitlichen Druckverlauf in einer Druckaufbauphase bzw. Druckabbauphase und steuert zur Entgasung der Kreislauf-Flüssigkeit in Abhängigkeit vom festgestellten zeitlichen Druckverlauf die Öffnung des Ventildurchflusses durch. Die steuerbaren Ventile (9,10) in der Zulaufleitung (7) zum Flüssigkeitsbehälter (5) und der Lauf der Druckpumpe(n) (11).

Fig. 1



EP 0 924 472 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Steuerung einer Vorrichtung zur Entgasung und gegebenenfalls Druckkorrektur einer in einem Flüssigkeitskreislaufsystem, insbesondere einer Heizungsanlage, zirkulierenden Flüssigkeit, mit mindestens einem wenigstens zeitweise mit der Atmosphäre in Gasaustausch stehenden Flüssigkeitsbehälter, der über eine wenigstens ein elektrisch steuerbares Ventil enthaltende Zulaufleitung mit dem Flüssigkeitskreislaufsystem in Verbindung steht, wobei parallelgeschaltet zu dem (den) steuerbaren Ventil(en) eine Druckpumpe vorgesehen ist, über die der Rücklauf der Flüssigkeit aus dem Flüssigkeitsbehälter erfolgt, sowie mit einer elektronischen Steuereinrichtung, die durch Steuerleitungen zumindest mit einem den Systemdruck im Flüssigkeitskreislauf registrierenden Drucksensor, ferner mit dem oder den elektrisch steuerbaren Ventil(en) in der Zulaufleitung und mit dem Antrieb der Druckpumpe in Verbindung steht, wobei die Steuerung der steuerbaren Ventile in der Zulaufleitung und des Antriebs der Druckpumpe in Abhängigkeit von dem in einer Druckänderungsphase festgestellten zeitlichen Verlauf der Druckänderung erfolgt

[0002] Derartige Verfahren und dazugehörige Vorrichtungen sind bekannt. Beim Stand der Technik und auch bei der vorliegenden Erfindung erfolgt die Entgasung dadurch, daß aus der Flüssigkeit, sobald sie aus dem Kreislaufsystem in den unter einem geringen Druck stehenden, vorzugsweise mindestens zeitweise „drucklosen“ (d.h. zur Atmosphäre offenen) Flüssigkeitsbehälter gelangt, infolge des Druckabfalles nach dem Henry-Gesetz Gas entweicht und sich mit der Atmosphärenluft vereinigt.

[0003] Bei einer bekannten Vorrichtung zur Entgasung der Kreislaufflüssigkeit wird der Ventildurchfluß durch das steuerbare Ventil in der Zulaufleitung in fixen Zeitabständen während einer ebenfalls fix eingestellten Dauer geöffnet und nach dem Schließen der Ventile die Druckpumpe in der Rücklaufleitung eingeschaltet, bis im Flüssigkeitskreislaufsystem wieder der Soll-Systemdruck erreicht ist. Es wurde auch schon vorgeschlagen, den zeitlichen Verlauf des Druckanstiegs in der Phase der laufenden Druckpumpe (bei geschlossenem Ventildurchfluß in der Zulaufleitung) als Steuergröße für die Initiierung von Entgasungsvorgängen oder für die Steuerung der Dauer der Intervalle zwischen Entgasungsvorgängen zu verwenden (EP 0 580 881 B1, EP 0 663 570 A1).

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, die bekannten Steuerungsverfahren bzw. Vorrichtungen der eingangs genannten Gattung zu verbessern, und zwar vor allem um die Lebensdauer der elektrisch steuerbaren Ventile und der Druckpumpe zu verlängern und den Energieverbrauch zu senken. Auch sollen die Entgasungsvorgänge besser den im Flüssigkeitskreislaufsystem tatsächlich enthaltenen Gasmengen angepaßt werden,

wobei der Erfindung die Erkenntnis zugrunde liegt, daß der zeitliche Druckverlauf bei Druckkorrekturen ein Indikator dafür ist, ob die Flüssigkeit im Flüssigkeitskreislaufsystem mehr oder Weniger Gas enthält. Je flacher im Zeit-Druck-Diagramm die Flankenneigung des Druckanstiegs oder Druckabfalls ist, umso höher ist der Gasanteil in der Flüssigkeit und umso schädlicher wirkt sich das eingeschlossene Gas auf den Wärmetransport und Wirkungsgrad oder auf die Korrosion von Anlagenteilen und allfälligen Geräuschbildungen im Flüssigkeitskreislaufsystem z.B. einer Warmwasserheizanlage aus.

[0005] Die Aufgabenstellung wird gemäß einer Ausführungsform der Erfindung dadurch gelöst, daß in Abhängigkeit vom festgestellten Druckverlauf über der Zeit unterschiedliche Entgasungsvorgänge ausgewählt und aktiviert werden und/oder eine Störabschaltung der Anlage und/oder eine Störmeldung eingeleitet wird.

[0006] Es wird also gemäß der Erfindung der z.B. bei der Druckkorrektur in der Aufheizphase oder Abkühlphase der Kreislaufflüssigkeit festgestellte Druckverlauf über der Zeit als Steuergröße verwendet werden, um situationsbedingt in Abhängigkeit von der Flankenneigung bzw. Flankensteilheit des Druckanstiegs bzw. des Druckabfalls im Zeit-Druck-Diagramm eine Auswahl unter verschiedenen möglichen Entgasungsprogrammen zu treffen bzw. eine Störabschaltung der Anlage zu bewirken. Dies führt dazu, daß die Geräte geschont und ein möglichst sparsamer bzw. sicherer Betrieb ermöglicht wird. Im Gegensatz zum Stand der Technik wird also hier der zeitliche Druckverlauf in einer Druckänderungsphase nicht zur Einleitung von Entgasungsvorgängen oder zur Steuerung der Dauer zwischen Entgasungsvorgängen, sondern als Steuergröße zur Auswahl unterschiedlicher Entgasungsabläufe verwendet.

[0007] Die Elemente bzw. Einheiten der erfindungsgemäßen elektronischen Steuereinrichtung, wie Drucküberwachungseinheit, die Steuereinheiten für die Steuerung der Ventile und der Druckpumpe, sowie die Schalteinheit für die Auswahl eines bestimmten Entgasungsvorgangs unter verschiedenen möglichen bzw. für die Störabschaltung werden wie üblich vorzugsweise durch entsprechend programmierte Mikroprozessoren verwirklicht.

[0008] Vorzugsweise stehen mindestens ein druckgesteuerter Entgasungsvorgang und mindestens ein zeitgesteuerter Entgasungsvorgang je nach zeitlichem Druckverlauf zur Auswahl zur Verfügung. Bei den druckgesteuerten Entgasungsvorgängen, die durch die Steuereinrichtung zweckmäßigerweise bei steiler Flankenneigung des Druckanstiegs angesteuert werden, erfolgt die Öffnung und Schließung der steuerbaren Ventile in der Zulaufleitung zum Flüssigkeitsbehälter sowie das Ein- und Ausschalten des Motors der Druckpumpe beim Rückfluß aus dem Flüssigkeitsbehälter durch Signale des Drucksensors bei Erreichen eines vorgegebenen Wertes des Systemsdrucks über bzw.

unter dem Sollwert. Wenn ein zeitgesteuerter Entgasungsvorgang durch die Schalteinheit aktiviert wird, zweckmäßigerweise bei flacher Flankenneigung des Druckanstiegs, dann werden die Phasen der Öffnung der steuerbaren Ventile in der Zulaufleitung zum Flüssigkeitsbehälter und des Laufes der Druckpumpe in der Rücklaufleitung durch einen in der Steuereinrichtung enthaltenen Zeitgeber bestimmt. Es sind auch Kombinationen von druckgesteuerten und zeitgesteuerten Entgasungsvorgängen möglich.

[0009] Gegenstand der Erfindung ist auch eine besonders vorteilhafte Ausführungsform eines zeitgesteuerten Entgasungsvorganges, die darin besteht, daß in Abhängigkeit von der festgestellten Zeitdauer des Druckanstiegs bzw. Druckabfalls zwischen zwei ausgewählten Druckwerten bei einer nachfolgenden Entgasung über die Steuereinrichtung die Öffnung des Ventildurchflusses durch das bzw. die steuerbaren Ventile in der Zulaufleitung und der Lauf der Druckpumpe derart zeitlich gesteuert werden, daß die jeweilige Laufzeit der Druckpumpe gleich oder proportional der Zeitdauer des vorher registrierten Druckanstiegs und die Öffnungszeit des Ventildurchflusses durch das bzw. die Ventile gleich oder proportional der Zeitdauer des vorher registrierten Druckabfalls ist, solange der Systemdruck während der Entgasung einen vorgegebenen Maximalwert und/oder Minimalwert nicht über- bzw. unterschreitet.

[0010] Der Begriff „proportional“ ist in seinem allgemeinen Sinn zu verstehen und bedeutet, daß die Öffnungszeit der Ventile und die Laufzeit der Druckpumpe während des Entgasungsvorganges eine „Funktion“ (im mathematisch-logischen Sinn) der Ventilöffnungszeit bzw. Pumpenlaufzeit bei der Druckkorrektur sind.

[0011] Auch bei dieser Ausführungsform der Erfindung wird der zeitliche Druckverlauf während einer Druckänderungsphase als Steuergröße verwendet, aber auch hier nicht, wie beim Stand der Technik, um einen fix vorprogrammierten Entgasungsvorgang einzuleiten oder die Intervalle zwischen Entgasungsvorgängen zu steuern, sondern um innerhalb eines Entgasungsvorganges die Zeitdauer der Öffnung der steuerbaren Ventile in der Zulaufleitung zum Flüssigkeitsbehälter und die Zeitdauer des Laufes der Druckpumpe zu steuern. Zwar gehören zeitgesteuerte Entgasungsvorgänge auch bereits zum Stand der Technik, doch erfolgt dabei das Öffnen und Schließen der Ventile und das Einschalten der Druckpumpe nach einem von der Steuereinrichtung fix vorgegebenen Zeitprogramm, unabhängig davon, wieviel gerade Gas im Flüssigkeitskreislaufsystem enthalten ist, was zu unnötig langen oder aber zu kurzzeitigen Entgasungsvorgängen führen kann.

[0012] Wird bei dieser Ausführungsform der Erfindung im Laufe des Entgasungsvorganges während der zeitgesteuerten Phase des Pumpenlaufs ein vorgegebener Maximalwert des Systemdrucks erreicht, dann wird der Ventildurchfluß in der Zulaufleitung zum Flüssigkeitsbe-

hälter vorzeitig geöffnet, wobei die Druckpumpe weiterlaufen kann, bis ihre zeitgesteuerte Laufzeit zu Ende ist. Umgekehrt kann dann, wenn während der zeitgesteuerten Öffnungsphase des Ventildurchflusses der Systemdruck einen vorgegebenen Minimalwert erreicht, vorzeitig die Druckpumpe eingeschaltet werden, wobei das bzw. die Ventile offenbleiben können, bis die zeitgesteuerte Öffnungszeit des Ventildurchflusses abgelaufen ist.

[0013] Jeder Entgasungsvorgang, der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren abläuft, kann aus einer durch die Steuereinrichtung vorbestimmten Anzahl von mehreren Zyklen bestehen, d.h. aus mehreren aufeinanderfolgenden Phasen der Öffnung der Ventile in der Zulaufleitung bzw. des Laufes der Druckpumpe in der Rücklaufleitung.

[0014] Die als Steuergrößen dienenden Daten des zeitlichen Druckverlaufs in einer Druckänderungsphase werden vorzugsweise während einer Druckkorrektur ermittelt, nämlich während eines Druckaufbaus im Flüssigkeitskreislaufsystem bei laufender Druckpumpe und geschlossenen steuerbaren Ventilen und/oder während eines Druckabbaus bei geöffnetem Durchfluß durch die steuerbaren Ventile und abgeschalteter Druckpumpe. Eine solche Druckkorrektur ist vornehmlich in der Aufheizphase und/oder in der Abkühlphase der Kreislauf- flüssigkeit erforderlich, wobei durch Öffnen der steuerbaren Ventile in der Zulaufleitung ein Druckabbau des durch das Aufheizen angestiegenen Systemdrucks oder durch Einschalten der Druckpumpe ein Druckaufbau des in einer Abkühlphase gesunkenen Systemdrucks erfolgt.

[0015] Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung durch Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0016] Fig. 1 zeigt das Schema einer erfindungsgemäßen Vorrichtung für eine Warmwasser-Heizungsanlage. Fig. 1A zeigt eine Variante des Leitungsschemas einer Vorrichtung für eine Warmwasser-Heizungsanlage. Fig. 2 zeigt ein Blockschaltbild der elektronischen Steuereinrichtung. In Fig. 3 - 6 sind jeweils Zeit-Druck-Diagramme verschiedener wählbarer Entgasungsvorgänge dargestellt. Fig. 7 zeigt ein Zeit-Druck-Diagramm für eine Druckkorrektur durch Druckaufbau und Fig. 8 für eine Druckkorrektur durch Druckabbau. Fig. 9 ist ein Zeit-Druck-Diagramm einer Variante eines erfindungsgemäßen Entgasungsvorganges.

[0017] Die Warmwasser-Heizungsanlage gemäß Fig. 1 besteht aus einem Flüssigkeitskreislauf (Heizkreislauf) mit einem Heizkessel 1, den Flüssigkeitsleitungen 2 (Vorlauf) und 2' (Rücklauf) sowie den Heizkörpern 3 (z.B. Radiatoren). Der Flüssigkeitskreislauf wird durch eine Anlagen-Umwälzpumpe 4 aufrecht erhalten bzw. unterstützt. Als Kreislaufflüssigkeit wird vorzugsweise aufbereitetes (z.B. enthärtetes und gefiltertes) Wasser verwendet.

[0018] Angeschlossen an den Flüssigkeitskreislauf ist ein Flüssigkeitsbehälter 5 mit einer niveaumäßig darunter liegenden, zum Flüssigkeitsbehälter 5 offenen Vor-

kammer 6, z.B. in Form eines vertikal stehenden, unten geschlossenen Rohres. Der Flüssigkeitsbehälter 5 bzw. dessen Vorkammer 6 steht über eine Zulaufleitung 7 und eine Rücklaufleitung 8 mit dem Flüssigkeitskreislauf, im dargestellten Fall mit dem Rücklauf 2', in Verbindung. Zulaufleitung 7 und Rücklaufleitung 8 sind an getrennten Stellen an das Leitungssystem des Flüssigkeitskreislaufes (z.B. im Rücklauf 2') angeschlossen. Die Zulaufleitung 7 mündet niveaumäßig mit Abstand über der Rücklaufleitung 8 in die Vorkammer 6 des Flüssigkeitsbehälters 5.

[0019] In der Zulaufleitung 7 befinden sich in Serie zwei elektrisch steuerbare Magnetventile 9, 10 und in der Rücklaufleitung 8 eine Druckpumpe 11. Ferner sind in der Zulaufleitung 7, dort den Magnetventilen 9, 10 nachgeschaltet, und in der Rücklaufleitung 8, dort der Druckpumpe 11 nachgeschaltet, Mengendrosseln 12 angeordnet. In der Zulaufleitung 7 kann sich noch ein Schmutzfänger 13 befinden und in der Rücklaufleitung 8 sind ein oder zwei Rückschlagventile 14 angeordnet. Mit Hilfe von im Betrieb offenen Absperrventilen 15, vorzugsweise Kappenventilen, können die Vorlaufleitung 7 und Rücklaufleitung 8 kreislaufseitig abgesperrt werden. Zur Druckpumpe 11 parallelgeschaltet kann aus Sicherheitsgründen ein Überströmventil 16 vorgesehen sein. An sich kann die Vorrichtung auch mit nur einem der beiden Magnetventile 9, 10 das Auslangen finden. Zwei in Serie liegende und vorzugsweise zeitlich versetzt geschaltete Magnetventile verbessern aber die Schließcharakteristik und bieten doppelte Sicherheit. Die Mengendrosseln 12 dienen zur Vermeidung von sogenannten Regelschwingungen.

[0020] Man könnte die Zulaufleitung 7 und Rücklaufleitung 8 - unter Verzicht auf die Vorkammer 6 - direkt in den Flüssigkeitsbehälter 5 führen. Mit der Vorkammer 6 läßt sich aber ein schädliches Luftansaugen aus der Atmosphäre recht gut vermeiden und zumindest beim Entgasen tritt kaum ein Temperatúraustausch der praktisch nur durch die Vorkammer 6 strömenden warmen Kreislaufflüssigkeit mit der stehenden kühleren Behälterflüssigkeit ein. In Fig. 1A ist eine weitere mögliche Variante des Leitungsschemas dargestellt, wobei die Flüssigkeitsleitung 2, 2' des Heizkreislaufes an eine zum Flüssigkeitsbehälter 5 führende Stichleitung 7 angeschlossen ist, die im Leitungsteil 7' für den Zulauf zum Behälter 5 ein steuerbares Magnetventil 9 sowie gegebenenfalls eine Mengendrossel 12 und in einem dazu parallelen Leitungsteil 8' für den Rückfluß aus dem Behälter 5 eine Druckpumpe 11 und ein Rückschlagventil 14 sowie eventuell eine Mengendrossel 12 enthält. In den Flüssigkeitsbehälter 5 führt nur ein einziger Leitungsteil 7".

[0021] Der Flüssigkeitsbehälter 5 steht über den Überlauf 17 ständig mit der Atmosphäre in Verbindung, der Flüssigkeitsbehälter 5 ist daher „drucklos“, d.h. das im Behälter 5 befindliche Wasser steht unter Atmosphärendruck. Dies gilt im wesentlichen auch für die Vorkammer 6. Der Flüssigkeitsbehälter 5 ist ferner noch mit

einer Frischwasserzufuhr ausgestattet, die durch ein elektrisch steuerbares Magnetventil 18 betätigt wird. Schließlich befindet sich im Flüssigkeitsbehälter 5 ein Niveausensor 19. Es können auch z.B. zwei Niveausensoren bzw. Niveauschalter, ein oberer und ein unterer, vorhanden sein.

[0022] Mit einer zentralen elektronischen Steuereinrichtung 20 sind über Steuerleitungen verbunden: die Magnetventile 9, 10 und 18, die Druckpumpe 11 bzw. deren Antrieb, der Niveausensor 19 und ein Drucksensor 21, der sich im dargestellten Ausführungsbeispiel strömungsmäßig vor den Magnetventilen 9, 10 in der Zulaufleitung 7 befindet, aber überall dort angeordnet sein kann, wo der Systemdruck (Anlagendruck) des Flüssigkeitskreislaufes (Heizkreislaufes) herrscht.

[0023] Die Bauteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung können in einem gemeinsamen Gehäuse G zusammengefaßt sein.

[0024] Die elektronische Steuereinrichtung 20 besteht gemäß Blockschaltschema nach Fig. 2 z.B. aus einer Drucküberwachungseinheit S1, die Abweichungen des Systemdrucks im Flüssigkeitskreislaufsystem von seinem Sollwert und den zeitlichen Druckverlauf, z.B. die Flankenneigung des Druckanstiegs im Flüssigkeitskreislaufsystem bei laufender Druckpumpe 11 erfaßt. Die Drucküberwachungseinheit S1 steht mit einer Steuereinheit S2 in Verbindung, die die Ventile 9, 10 und den Antrieb der Druckpumpe 11 nach einem Druckhalteprogramm steuert.

[0025] Die Druckhaltung im Flüssigkeitskreislaufsystem bzw. Druckkorrektur erfolgt mit einer solchen Anlage - eingeleitet z.B. durch eine Schalthandlung an der Steuereinrichtung - nach folgendem Verfahren:

Hält sich der Systemdruck innerhalb vorgegebener Grenzen, dann ist mindestens eines der Magnetventile 9, 10 geschlossen und die Druckpumpe 11 befindet sich in Ruhe. Stellt der Drucksensor 21 fest, daß der Systemdruck beispielsweise um 0,4 bar zu hoch ist - $p_{\max}$ - (was z.B. der Fall sein kann, wenn die Heizungsanlage aufgeheizt wird), dann wird der Durchfluß durch die Magnetventile 9, 10 durch die Steuerung geöffnet, wodurch Wasser aus dem Kreislauf in den Flüssigkeitsbehälter 5 gelangt und dort den Wasserspiegel hebt. Gleichzeitig sinkt der Systemdruck. Der Flüssigkeitsbehälter 5 dient in diesem Fall als Ausgleichsgefäß zur Expansionsübernahme. Die Magnetventile 9, 10 bleiben geöffnet, bis der erhöhte Systemdruck auf den Soll-Systemdruck p_0 vorzugsweise auf einen Wert p_+ , u.B. 0,3 bar, über dem theoretischen Sollwert (= statische Höhe + 0,5 bar) gesunken ist (Fig. 8). Wenn hingegen der Drucksensor 21 einen beispielsweise um 0,2 bar zu niedrigen Systemdruck (p_-) registriert (z.B. in einer Abkühlphase), dann bleiben die Magnetventile 9, 10 (oder eines davon) geschlossen, aber der Antrieb der Druckpumpe 11 wird in Gang gesetzt. Es wird nun Wasser aus dem Flüssigkeitsbehälter 5 in den Flüssigkeitskreislauf gepumpt, bis der Soll-Systemdruck p_0 erreicht ist bzw. geringfügig, z.B. um 0,2 bar (p_+), überschritten

ist (Fig. 7).

[0026] Die Drucküberwachungseinheit S1 der elektronischen Steuereinheit 20 steht aber beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 andererseits auch mit einer Schalteinheit S3 in Verbindung, die in Abhängigkeit von dem in der Drucküberwachungseinheit S1 festgestellten zeitlichen Verlauf des Druckanstiegs bzw. Druckabfalls eine Auswahl unter verschiedenartigen Entgasungsprogrammen (Fig. 3 bis 6) trifft und dabei Entgasungsvorgänge über eine Steuereinheit S4 aktiviert, die die Ventile 9, 10 und den Antrieb der Druckpumpe 11 nach dem in der Schalteinheit S3 ausgewählten Programm steuert.

[0027] Wurde in der Drucküberwachungseinheit S1 ein durchschnittlicher Druckaufbau (bei laufender Druckpumpe 11) mit mittelsteiler Flankenneigung des Druckanstiegs über der Zeit festgestellt, dann aktiviert die Schalteinheit 3 die Entgasung druckgesteuert, z.B. nach dem Zeit-Druck-Diagramm gemäß Fig. 3. Da im dargestellten Fall der Systemdruck unter dem Sollwert p_0 liegt, wird zunächst die Druckpumpe 11 in Gang gesetzt, wodurch der Systemdruck in einer Druckanstiegsphase a steigt. Bei einem vorbestimmten oberen Druckwert p_+ (z.B. 0,2 bar über p_0) werden die Ventile 9, 10 geöffnet und der Systemdruck fällt in einer Druckablaßphase b ab bis auf einen vorgegebenen Wert p_- (z.B. 0,2 bar unter p_0). Die Druckpumpe 11 läuft dabei weiter. Das Ganze wiederholt sich, wobei die Anzahl der Zyklen durch die elektronische Steuereinrichtung 20 vorgegeben wird. Unterhalb des Druck-Zeit-Diagrammes der Fig. 3 sind die Zeiten des hier durchgehenden Laufs der Pumpe 10 und die hier intermittierenden Öffnungszeiten des Ventildurchflusses durch die Ventile 9, 10 mit P (für den Pumpenlauf) und V (für die Ventilöffnungszeiten) gekennzeichnet.

[0028] Nach Beendigung eines aus einer vorbestimmten Anzahl von Zyklen bestehenden Entgasungsvorgangs setzt eine Pause ein, wobei jedoch die Intervalle zwischen zwei Entgasungsvorgängen nicht zeitlich konstant sein müssen, sondern vorzugsweise variabel sind, je nach der in der Drucküberwachungsstation S1 festgestellten Flankenneigung des Druckanstiegs. Je steiler die Flankenneigung, umso länger werden die Intervalle zwischen zwei Entgasungsvorgängen.

[0029] Wenn dann bei Beginn eines weiteren Entgasungsvorgangs die Drucküberwachung in der Druckanstiegsphase a einen extrem raschen Druckanstieg, also eine extrem steile Flankenneigung des Druckanstiegs feststellt, dann kann vorgesehen sein, daß über die Schalteinheit S3 ein Entgasungsvorgang gemäß Zeit-Druck-Diagramm nach Fig. 4 aktiviert wird, der wieder druckgesteuert abläuft, bei dem aber nunmehr die Ventile 9, 10 über die vorgegebene Anzahl der Entgasungszyklen offen gehalten bleiben (durchgehende Linie V), ausgenommen allenfalls beim letzten Druckanstieg, dafür aber die Druckpumpe 11 intermittierend nur während der Druckanstiegsphasen a läuft (unterbrochene Linie P).

[0030] Wenn sich bei einem druckgesteuerten Entgasungsvorgang, z.B. nach Fig. 3 oder 4, ergibt, daß ein bestimmtes, durch den oberen Niveausensor 19 überwachtes Flüssigkeitsniveau $F_{\max}$ (Fig. 5) erreicht oder überschritten wird, dann kann vorgesehen sein, daß der zunächst als druckgesteuert aktivierte Entgasungsvorgang, wenn bei geöffneten Ventilen 9, 10 z.B. in der ersten Druckablaßphase b vor Erreichen des unteren Druckwertes p_- der obere Niveausensor einen vollen Flüssigkeitsbehälter 5 signalisiert, durch die Schalteinheit S3 auf einen zeitgesteuerten Entgasungsvorgang umgestellt wird, wobei im Falle des Beispiels nach Fig. 5 die Öffnungszeiten der Ventile 9, 10 und die Zeitintervalle zwischen zwei Ventil-Öffnungsphasen (gleichzeitig Druckablaßphasen b) zeitgesteuert sind. Die Pumpe 11 läuft beim Schema nach Fig. 5 vom Beginn der beim Ansprechen des oberen Niveausensors einsetzenden zeitgesteuerten Entgasung an durchgehend während der vorgegebenen Anzahl von Zyklen. Der Systemdruck kann in diesem Fall über den oberen Wert p_+ hinaussteigen, nicht aber über einen Wert $p_{\max}$, der z.B. bei 0,4 bar über dem Sollwert p_0 liegt. Wenn $p_{\max}$ erreicht wird, schaltet die Druckpumpe 11 ab. Durch den Ablauf des Entgasungsvorganges nach Fig. 5 wird verhindert, daß in der Druckablaßphase große Wassermengen über den Überlauf 17 in den Kanal abgeleitet werden. Die Folge davon wäre, daß bei der nächsten Kontraktion des Wassers im Flüssigkeitskreislauf (Abkühlphase) unter Umständen Frischwasser nachgefüllt werden muß, das z.B. den Kalkgehalt des härtemäßig vielfach aufbereiteten Anlagenwassers stören könnte.

[0031] Ein zeitgesteuerter Entgasungsvorgang wird durch die Schalteinheit S3 vorzugsweise auch dann aktiviert, wenn die Drucküberwachung eine sehr lange Zeitdauer für die Druckkorrektur, z.B. eine sehr flache Flankenneigung des Druckanstiegs bei laufender Druckpumpe registrieren. In Fig. 6 ist ein entsprechendes Zeit-Druck-Diagramm dargestellt. Die Steuerung der Ventile 9, 10 und der Druckpumpe 11 erfolgt dabei durch die Steuereinheit S4 nach zeitlich vorgegebenen Öffnungszeiten V der Ventile 9, 10 und Laufzeiten P der Pumpe 11 sowie der dazwischenliegenden Intervallzeiten, was auch den Zeiten der Druckanstiegsphasen a und Druckablaßphasen b entspricht. Die Zeitbereiche werden so eingestellt, daß während des Entgasungsvorganges normalerweise die Druckwerte p_+ über bzw. p_- unter dem Sollwert p_0 nicht erreicht werden. Die Anzahl der Zyklen ist wieder konstant.

[0032] Über die Drucküberwachung S1 der elektronischen Steuerung 20 kann auch eine Störabschaltung oder Störmeldung - in Fig. 2 symbolisch mit S5 bezeichnet - des Flüssigkeitskreislaufsystems erfolgen, beispielsweise dann, wenn trotz laufender Druckpumpe 11 kein Druckanstieg oder sogar ein Druckabfall im Kreislaufsystem erfolgt, was entweder auf eine defekte Druckpumpe oder ein Leck im System hinweist. Auch wenn andererseits bei offenen Ventilen 9, 10 ein Druckanstieg registriert wird, kann eine Störabschaltung oder

eine Störmeldung erfolgen, weil ein Ventil 9, 10 defekt oder der Filter 13 verstopft sein kann. Die Störabschaltung kann bei einer Warmwasserheizanlage (gemäß Fig. 1) durch Abschalten der Umwälzpumpe 4 und/oder des Brenners des Heizkessels 1 bewirkt werden, die Störmeldung durch optische und/oder akustische Signalgeber.

[0033] In Fig. 9 ist das Zeit-Druck-Diagramm eines durch die Steuereinrichtung 20 gesteuerten Entgasungsvorganges dargestellt, bei dem gemäß dem erfindungsgemäßen Grundgedanken die Öffnungszeiten der Ventile (9,10) und die Laufzeiten der Druckpumpe 11 in Abhängigkeit von den entsprechenden Zeiten bei der Druckkorrektur (Fig. 7, 8) stehen. Im einfachsten Fall sind die Ventilöffnungszeiten t_{VE} (Fig. 4) der einzelnen Phasen des Entgasungsvorganges gleich der Ventilöffnungszeit t_V (Fig. 3) bei der Druckkorrektur und die Pumpenlaufzeiten t_{pE} (Fig. 4) der einzelnen Phasen des Entgasungsvorganges gleich der Pumpenlaufzeit t_p (Fig. 2) bei der Druckkorrektur. Die Feststellung der Öffnungszeit des Ventildurchflusses durch die Ventile 9, 10 und der Laufzeit der Druckpumpe 11 erfolgt über einen in der Steuereinrichtung integrierten Zeitgeber. Dabei muß aber z.B. beim Druckaufbau die Zeitmessung nicht unbedingt bei p_- beginnen und bei p_+ aufhören, vielmehr kann, etwa um Störungen durch die Ein- und Ausschaltvorgänge des Druckpumpenantriebs auszuschließen, der zeitliche Verlauf, also die Flankenneigung des Druckanstiegs im Zeit-Druck-Diagramm, zwischen Druck-Meßpunkten, die über p_- und unter p_+ liegen, erfolgen, wobei dann mit Hilfe des Mikroprozessors in der Steuereinrichtung 20 auf die gesamte Druckanstiegszeit t_p hochgerechnet wird. Analoges kann auch für die Bestimmung der Öffnungszeit t_V des Ventildurchflusses durch die Ventile 9, 10 gelten. Es können also - mit anderen Worten - die Zeiten t_p bzw. t_V zwischen zwei beliebigen Punkten aus der Flankenneigung im Zeit-Druck-Diagramm der Druckkorrektur (Fig. 7, Fig. 8) ermittelt werden.

[0034] Da der Entgasungsvorgang gemäß Zeit-Druck-Diagramm nach Fig. 9 bei einem Systemdruck einsetzt, der über dem Sollwert p_0 liegt, kommt es zunächst über die Steuereinrichtung zur Öffnung der Ventile 9,10. Dadurch strömt gashaltige Flüssigkeit aus dem Kreislaufsystem in den Flüssigkeitsbehälter 5 bzw. in dessen Vorkammer 6, wo der auf die Flüssigkeit wirkende Druck reduziert wird - der Systemdruck liegt immer über Atmosphärendruck - und eingeschlossenes Gas entweichen kann, wobei das Gas - da der Flüssigkeitsbehälter offen ist - sich mit Umgebungsluft mischt. Die Dauer t_{VE} der Öffnung der Ventile 9,10 ist in dieser Phase b_1 gleich der bei der Druckkorrektur gemessenen Ventilöffnungszeit t_V (Fig. 8). Nach Ablauf der Zeit t_{VE} werden über die Steuereinrichtung die Ventile 9,10 (oder eines von beiden) geschlossen und die Druckpumpe 11 in Gang gesetzt. Dadurch steigt der Druck im Kreislaufsystem wieder an. Die Laufzeit t_{pE} der Druckpumpe ist in dieser Phase a_2 gleich der Pum-

penlaufzeit t_p bei der Druckkorrektur (Fig. 7). Es folgt eine weitere Phase b_2 mit geöffnetem Durchfluß durch die Ventile 9,10, wiederum über eine Zeitdauer $t_{VE} = t_V$. Dann wird erneut die Druckpumpe 11 eingeschaltet und es beginnt die Phase a_2 . Weil aber inzwischen das Druckniveau bereits über den Sollwert p_0 gestiegen ist und durch eingeschaltete Druckpumpe (bei geschlossenen Ventilen 9,10) der Systemdruck weiter steigt, kann er eine obere Grenze p_{max} erreichen, die aus Sicherheitsgründen nicht überschritten werden darf. Deshalb werden nunmehr in der Phase a_3 , bevor noch die Pumpenlaufzeit $t_{pE} = t_p$ zu Ende gegangen ist, vorzeitig die Ventile 9,10 geöffnet, was nunmehr in der Phase a_2 einen Knick, d.h. eine Begrenzung des Druckanstiegs, gegebenenfalls im nachfolgenden Druckabfall bewirkt. Die Druckpumpe 11 läuft dabei weiter. Nach Ablauf der Pumpenlaufzeit t_{pE} bleibt der Ventildurchfluß durch die vorzeitig geöffneten Ventile 9,10 offen und beginnt eine weitere Ventilöffnungs-Phase b_3 (bei abgeschalteter Druckpumpe 11) über eine Zeitdauer $t_{VE} = t_V$. Es können je nachdem, wieviele Druckwechselzyklen durch die Steuereinrichtung jeweils für einen Entgasungsvorgang vorgesehen sind, weitere Phase a_i , b_i folgen.

[0035] Nach einem, vorzugsweise aus mehreren Zyklen bestehenden, Entgasungsvorgang folgt eine Pause, nach der erneut ein Entgasungsvorgang entsprechend dem ZeitDruck-Diagramm nach Fig. 9 einsetzt, wobei dann aber der Beginn des erneuten Entgasungsvorganges bei einem Systemdruck unter dem Sollwert erfolgen kann, was zur Folge hat, daß die erste Phase bei laufender Druckpumpe 11 eine Druckanstiegsphase ist, und zwar über eine Zeitdauer $t_{pE} = t_p$. Es muß auch nicht sein, daß bei weiteren Entgasungsvorgängen der Maximaldruck p_{max} erreicht wird (wie dies gemäß Fig. 9 in der Phase a_3 der Fall ist).

[0036] Wie bereits ausgeführt, kann der bei der Druckhaltung bzw. Druckkorrektur festgestellte Druckverlauf über der Zeit gegebenenfalls auch als Steuergröße für die Auswahl und Aktivierung unterschiedlicher Entgasungsvorgänge herangezogen werden (Fig. 2 bis 6), wobei die zur Auswahl stehenden Entgasungsprogramme druckgesteuert und/oder zeitgesteuert sein können. Die anhand der Fig. 9 beschriebene Variante eines Entgasungsverfahrens könnte gegebenenfalls auch eines der auszuwählenden unterschiedlichen Entgasungsprogramme sein. Es kann aber eine Entgasung gemäß Zeit-Druck-Diagramm nach Fig. 9 auch für sich zur Anwendung kommen, wenn keine Auswahlmöglichkeit besteht.

[0037] Die Pausenzeiten zwischen einzelnen Entgasungsvorgängen werden durch die elektronische Steuereinheit 20 bestimmt, z.B. nach fest vorgegebenen Pausenzeiten, vorzugsweise aber mit variablen Pausenzeiten entsprechend dem Gasgehalt in der Kreislaufflüssigkeit (z.B. gemäß EP 0 580 881 B1).

[0038] An der elektronischen Steuereinrichtung 20 können vorzugsweise ganze Funktionsbereiche ein-

und ausgeschaltet werden, z.B. der Funktionsbereich der Druckhaltung oder der Funktionsbereich der Entgasung. Da jedoch gemäß der Erfindung die Steuerung des Entgasungsprogrammes von dem bei einer Druckkorrektur festgestellten zeitlichen Verlauf des Druckaufbaues bzw. Druckablasses abhängig ist, muß bei Aktivierung der Entgasung entweder auch das Druckhalteprogramm aktiviert werden oder zumindest eine Druckkorrektur zwangsweise herbeigeführt werden, und zwar durch zwangsweises Öffnen der Ventile 9, 10 und anschließendes Einschalten der Druckhaltepumpe 11, wodurch die elektronische Steuereinrichtung 20 zur erfindungsgemäßen Steuerung der Entgasung die nötigen Ausgangsdaten erhält.

[0039] Allfällige Funktionsbereiche in der Steuereinrichtung 20 für eine Störabschaltung oder Störmeldung sollen möglichst nicht abschaltbar sein. Innerhalb des Funktionsbereiches der Entgasung erfolgt üblicherweise die Umschaltung von einer Art des Entgasungsvorganges zu einer anderen (Fig. 3 bis 6) automatisch durch den Mikroprozessor der elektronischen Steuereinrichtung 20. Es kann aber auch statt dessen oder vorzugsweise zusätzlich eine Handumschaltung vorgesehen sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Vorrichtung zur Entgasung und gegebenenfalls Druckkorrektur einer in einem Flüssigkeitskreislaufsystem, insbesondere einer Heizungsanlage, zirkulierenden Flüssigkeit, mit mindestens einem wenigstens zeitweise mit der Atmosphäre in Gasaustausch stehenden Flüssigkeitsbehälter (5), der über eine wenigstens ein elektrisch steuerbares Ventil (9,10) enthaltende Zulaufleitung (7,7') mit dem Flüssigkeitskreislaufsystem in Verbindung steht, wobei parallelgeschaltet zu dem (den) steuerbaren Ventil(en) (9,10) eine Druckpumpe (11) vorgesehen ist, über die der Rücklauf der Flüssigkeit aus dem Flüssigkeitsbehälter (5) erfolgt, sowie mit einer elektronischen Steuereinrichtung (20), die durch Steuerleitungen zumindest mit einem den Systemdruck im Flüssigkeitskreislauf registrierenden Drucksensor (21), ferner mit dem oder den elektrisch steuerbaren Ventil(en) (9,10) in der Zulaufleitung (7,7') und mit dem Antrieb der Druckpumpe (11) in Verbindung steht, wobei die Steuerung der steuerbaren Ventile (9,10) in der Zulaufleitung und des Antriebs der Druckpumpe (11) in Abhängigkeit von dem in einer Druckänderungsphase festgestellten zeitlichen Verlauf der Druckänderung erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit vom festgestellten Druckverlauf über der Zeit unterschiedliche Entgasungsvorgänge ausgewählt und aktiviert werden und/oder eine Störabschaltung der Anlage und/oder eine Störmeldung eingeleitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit vom festgestellten Druckverlauf ein druckgesteuerter oder ein zeitgesteuerter Entgasungsvorgang aktiviert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Aktivierung eines druckgesteuerten Entgasungsvorganges die Druckpumpe über eine bestimmte Anzahl von Druckwechselzyklen zwischen einem vorgegebenen oberen Wert (p_+) über dem Sollwert (p_0) und einem vorgegebenen unteren Wert (p_-) des Systemdrucks durchgehend läuft, während der Ventildurchfluß durch das bzw. die Ventile (9, 10) in der Zulaufleitung (7,7') intermittierend bei Erreichen des oberen Wertes (p_+) des Systemdrucks geöffnet und bei Erreichen des unteren Wertes (p_-) des Systemdrucks geschlossen wird (Fig. 3).
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei Aktivierung eines druckgesteuerten Entgasungsvorganges der Ventildurchfluß durch das bzw. die Ventile (9,10) in der Zulaufleitung (7,7') über eine bestimmte Anzahl von Druckwechselzyklen zwischen einem vorgegebenen oberen Wert (p_+) über dem Sollwert (p_0) und einem vorgegebenen unteren Wert (p_-) des Systemdrucks dauernd geöffnet bleibt, während die Druckpumpe (11) intermittierend bei Erreichen des unteren Wertes (p_-) des Systemdrucks eingeschaltet und bei Erreichen des oberen Wertes (p_+) des Systemdrucks ausgeschaltet wird (Fig. 4).
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß auf einen zeitgesteuerten Entgasungsvorgang umgeschaltet wird, wenn im Zuge eines druckgesteuerten Entgasungsvorganges festgestellt wird, daß die durch die Zulaufleitung (7,7') in den Flüssigkeitsbehälter (5) gelangte Flüssigkeit ein bestimmtes oberes Niveau erreicht oder übersteigt (Fig. 5).
6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein zeitgesteuerter Entgasungsvorgang aktiviert wird, wenn die Drucküberwachung eine sehr lange Zeitdauer für die Druckkorrektur, z.B. eine sehr flache Flankenneigung des Druckanstiegs bei laufender Druckpumpe (11), feststellt.
7. Verfahren zur Steuerung einer Vorrichtung zur Entgasung und gegebenenfalls Druckkorrektur einer in einem Flüssigkeitskreislaufsystem, insbesondere einer Heizungsanlage, zirkulierenden Flüssigkeit, mit mindestens einem wenigstens zeitweise mit der Atmosphäre in Gasaustausch stehenden Flüssigkeitsbehälter (5), der über eine wenigstens ein elektrisch steuerbares Ventil (9,10) enthaltende

- Zulaufleitung (7,7') mit dem Flüssigkeitskreislaufsystem in Verbindung steht, wobei parallelgeschaltet zu dem (den) steuerbaren Ventil(en) (9,10) in der Zulaufleitung (7,7') eine Druckpumpe (11) vorgesehen ist, über die der Rücklauf der Flüssigkeit aus dem Flüssigkeitsbehälter (5) erfolgt, sowie mit einer elektronischen Steuereinrichtung (20), die durch Steuerleitungen zumindest mit einem den Systemdruck im Flüssigkeitskreislauf registrierenden Drucksensor (21), ferner mit dem oder den elektrisch steuerbaren Ventil(en) (9,10) in der Zulaufleitung (7,7') und mit dem Antrieb der Druckpumpe (11) in Verbindung steht, wobei die Steuerung der steuerbaren Ventile (9,10) in der Zulaufleitung und des Antriebs der Druckpumpe (11) in Abhängigkeit von dem in einer Druckänderungsphase festgestellten zeitlichen Verlauf der Druckänderung erfolgt, gegebenenfalls nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit von der festgestellten Zeitdauer des Druckanstiegs bzw. Druckabfalls zwischen zwei ausgewählten Druckwerten bei einer nachfolgenden Entgasung über die Steuereinrichtung die Öffnung des Ventildurchflusses durch das bzw. die steuerbaren Ventile (9,10) in der Zulaufleitung (7,7') und der Lauf der Druckpumpe (11) derart zeitlich gesteuert werden, daß die jeweilige Laufzeit (t_{pE}) der Druckpumpe (11) gleich oder proportional der Zeitdauer (t_p) des vorher registrierten Druckanstiegs und die Öffnungszeit (t_{vE}) des Ventildurchflusses durch das bzw. die Ventile (9,10) gleich oder proportional der Zeitdauer (t_v) des vorher registrierten Druckabfalls ist, solange der Systemdruck während der Entgasung einen vorgegebenen Maximalwert und/oder Minimalwert nicht über- bzw. unterschreitet.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die als Steuergröße dienenden Daten (z.B. t_p , t_v) des zeitlichen Druckverlaufes in einer Druckänderungsphase während einer Druckkorrektur ermittelt werden, nämlich während eines Druckaufbaus bei laufender Druckpumpe (11) und geschlossenen steuerbaren Ventilen (9,10) und/oder während eines Druckabbaus bei geöffnetem Durchfluß durch die steuerbaren Ventile (9,10) und abgeschalteter Druckpumpe (11).
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei Erreichen eines vorgegebenen Maximalwertes (p_{max}) des Systemdrucks während der Laufzeit (t_{pE}) der Druckpumpe (11) der Ventildurchfluß durch das bzw. die Ventile (9,10) vorzeitig geöffnet wird, wobei gegebenenfalls die Druckpumpe (11) bis zum Ablauf ihrer von der Steuereinrichtung (20) errechneten Laufzeit (t_{pE}) weiterläuft.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei Erreichen eines vorgegebenen Minimalwertes des Systemdrucks während der Öffnungszeit (t_{vE}) des Ventildurchflusses durch die Ventile (9,10) die Druckpumpe (11) vorzeitig eingeschaltet ist, wobei gegebenenfalls der Ventildurchfluß bis zum Ablauf ihrer von der Steuereinrichtung (20) errechneten Öffnungszeit (t_{vE}) offen bleibt.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, daß bei der Aktivierung eines zeitgesteuerten Entgasungsprogramms die Zeitdauer der Öffnung des Ventildurchflusses durch das bzw. die Ventile (9,10) in der Zulaufleitung (7) und die Laufzeit der Druckpumpe (11) sowie allfällige Intervallzeiten zwischen Ventilöffnung bzw. Pumpenlauf von der einen Zeitgeber enthaltenden Steuereinrichtung vorgegeben werden.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß ein Entgasungsvorgang jeweils über eine durch die Steuereinrichtung (20) vorgegebene Anzahl von Druckwechselzyklen abläuft.
13. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die elektronische Steuereinrichtung (20) aus verschiedenen, vorzugsweise programmierte Mikroprozessoren enthaltende Funktionseinheiten (S1, S2, S3, S4, S5) besteht.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine der Funktionseinheiten eine Drucküberwachungseinheit (S1) ist, die mit dem Drucksensor (21) in Verbindung steht und einen Zeitgeber enthält, um den zeitlichen Verlauf von Druckänderungen festzustellen.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Drucküberwachungseinheit (S1) mit einer Steuereinheit (S2, S4) zur Steuerung der Ventile (9,10) und der Druckpumpe (11) verbunden ist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (S4) zur Steuerung der Ventile (9,10) und der Druckpumpe (11) einen Zeitgeber für zeitgesteuerte Entgasungsvorgänge enthält.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Drucküberwachungseinheit (S1) mit einer Schalteinheit (S3) in Verbindung steht, die in Abhängigkeit von dem in der Drucküberwachungseinheit (S1) festgestellten zeitlichen Verlauf des Druckanstiegs bzw. Druckab-

falls eine Auswahl unter verschiedenartigen Entgastungsprogrammen trifft und/oder eine Störabschaltung der Anlage und/oder eine Störmeldung bewirkt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

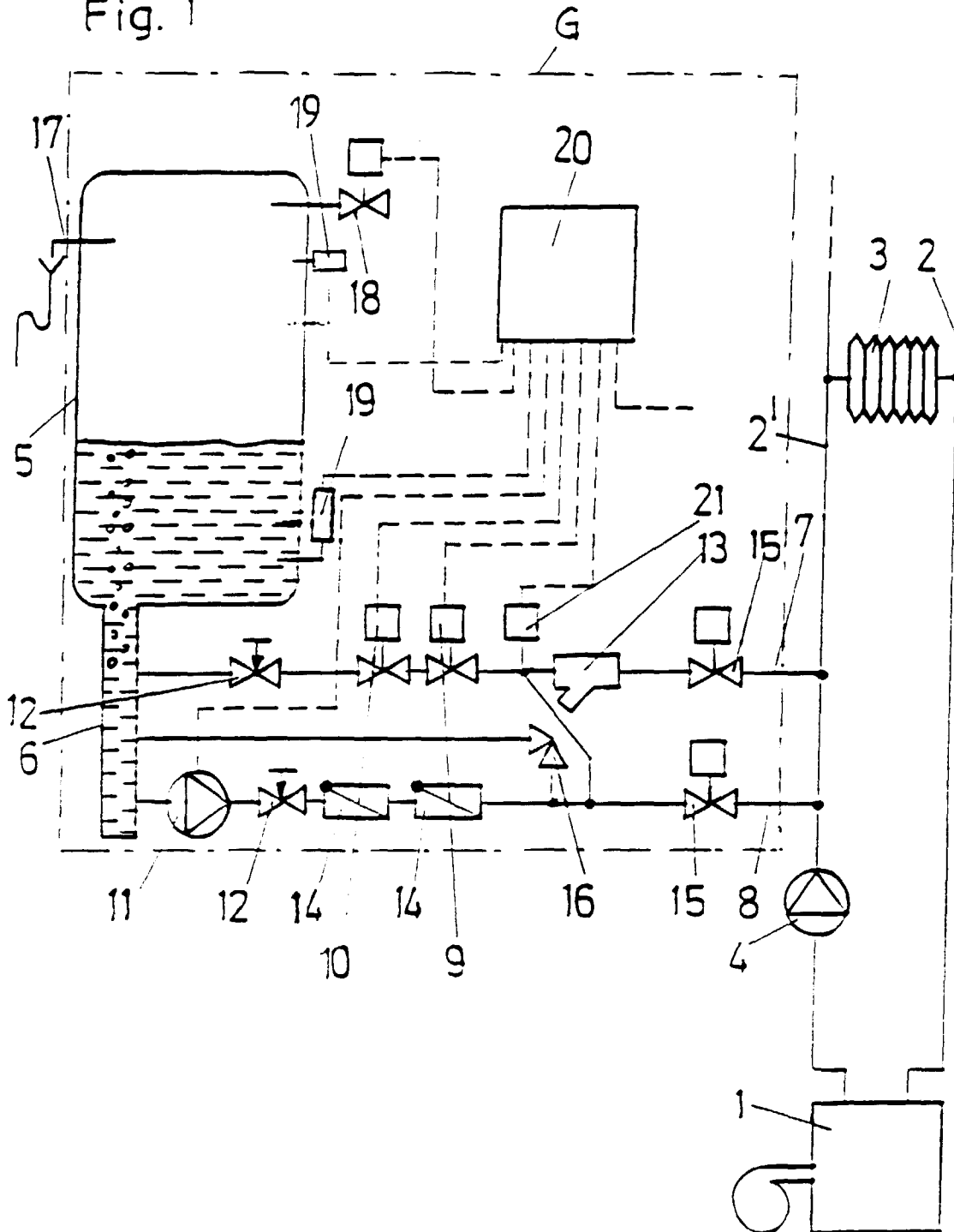


Fig.1A

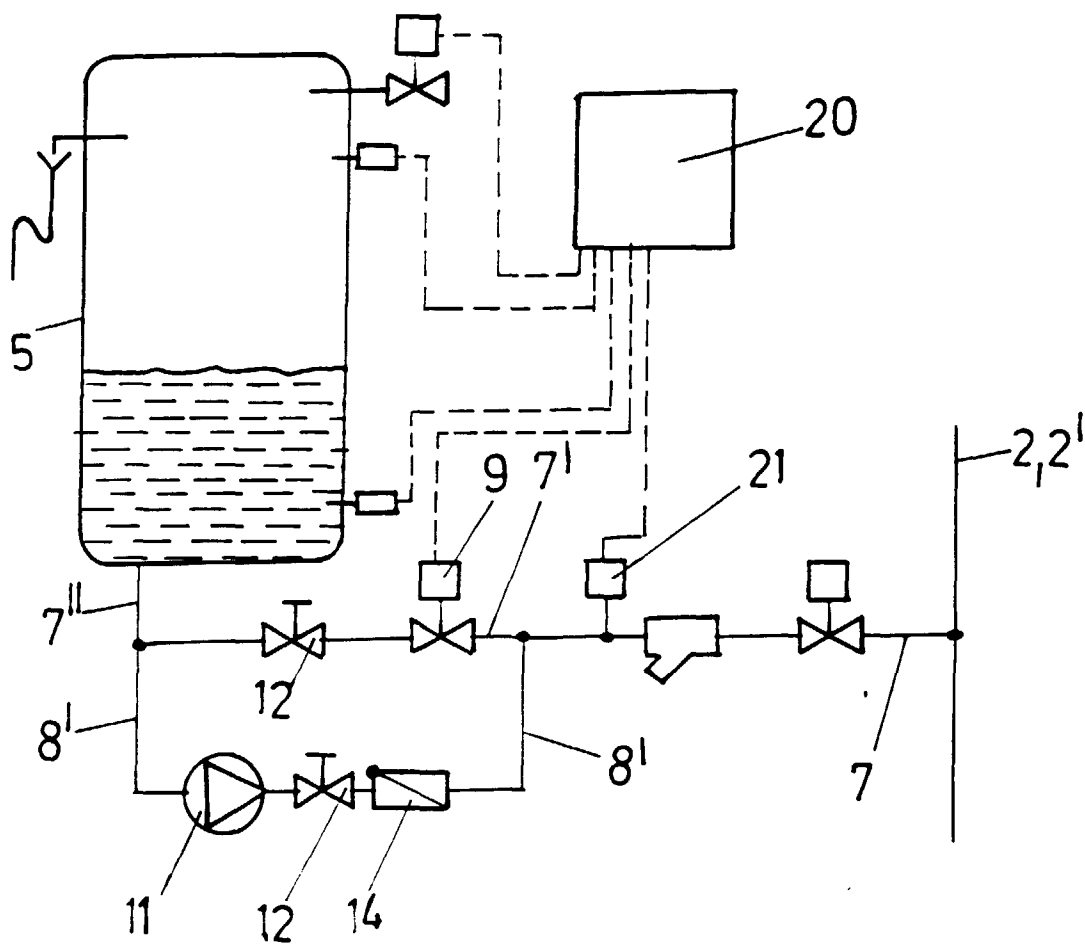


Fig. 2

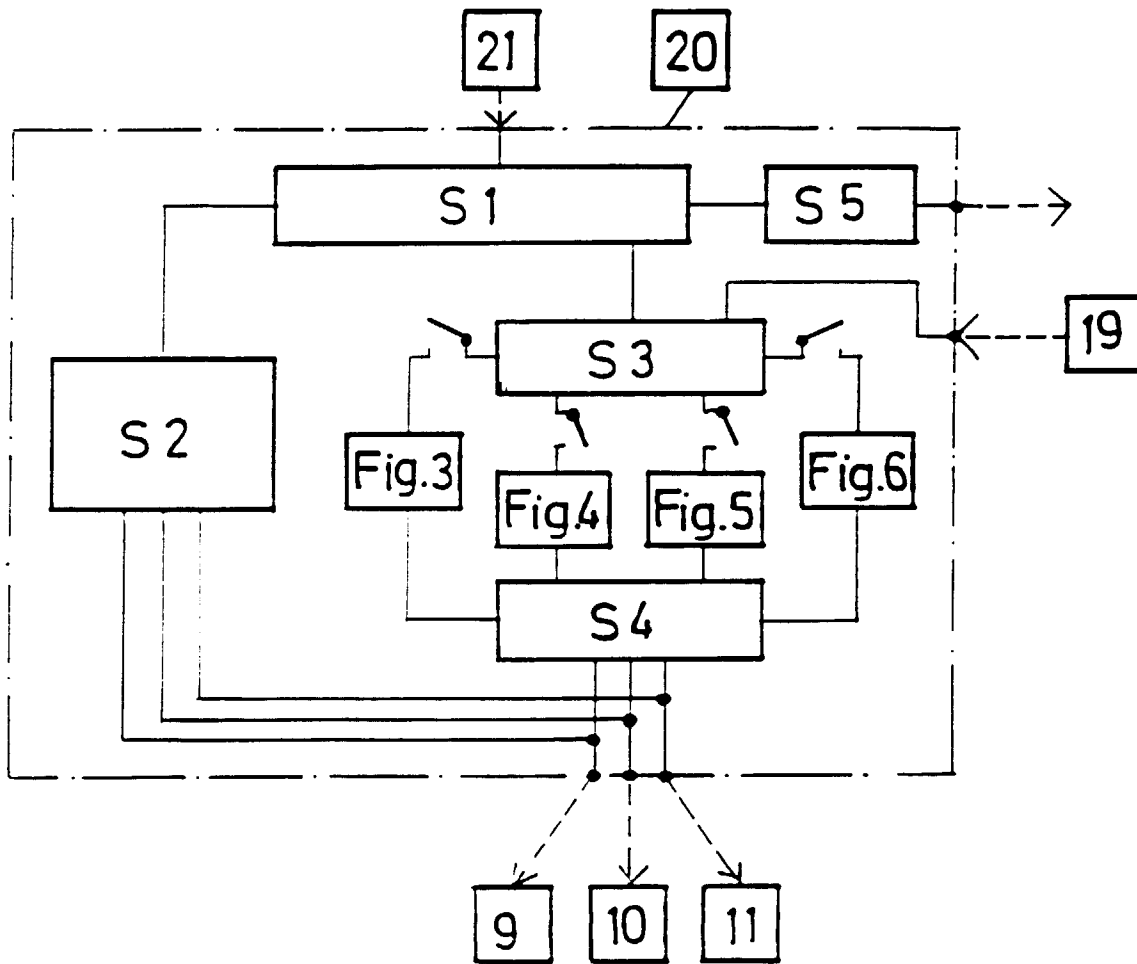


Fig. 3

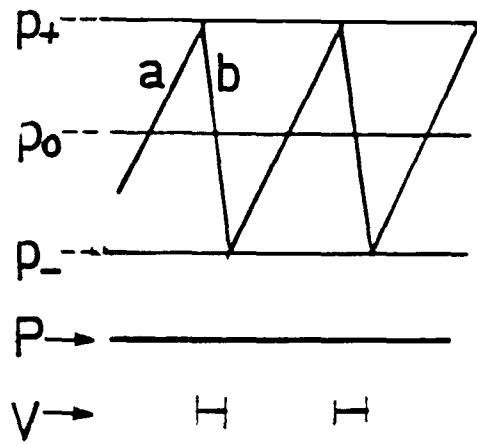


Fig. 4

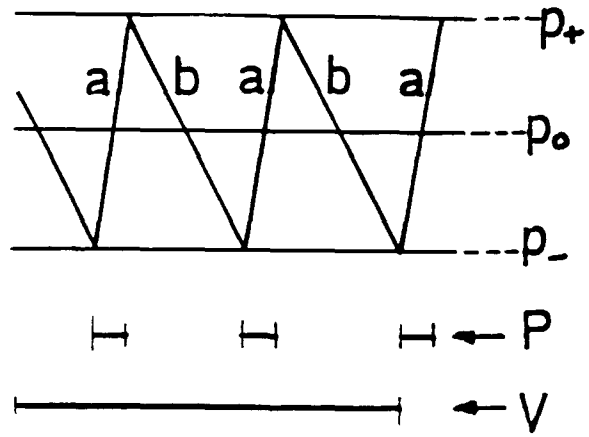


Fig. 5

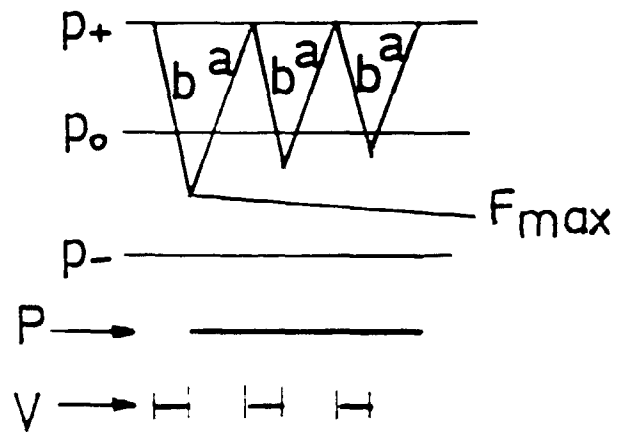


Fig. 6

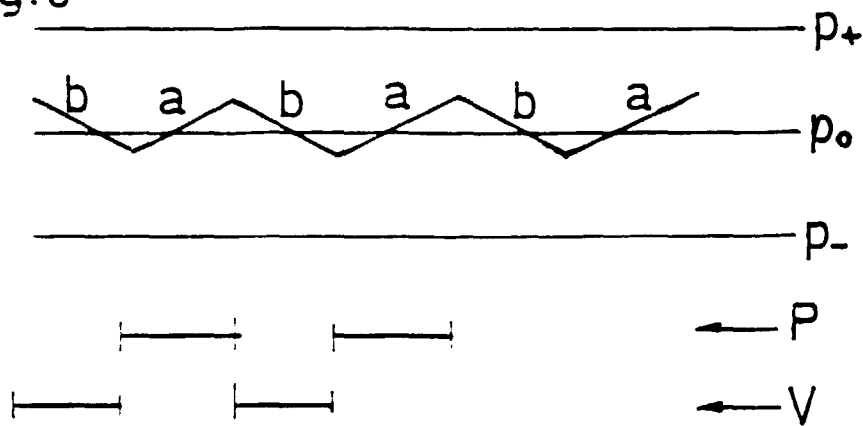


Fig. 7

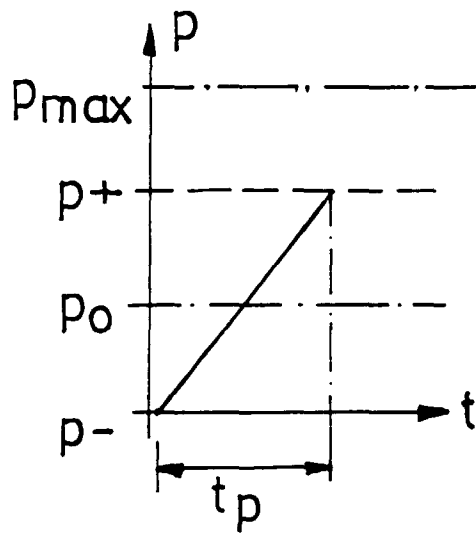


Fig. 8

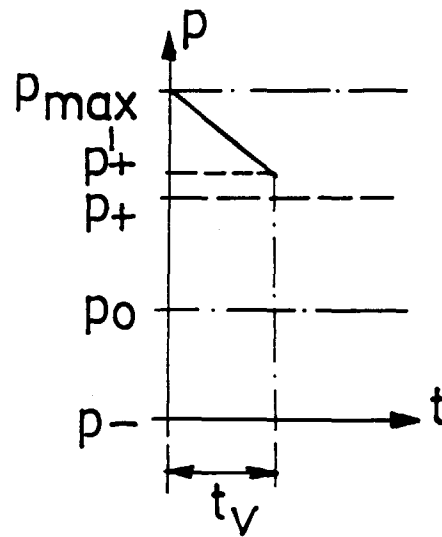


Fig. 9

