



19



**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT**  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

**11 CH 694 895 A5**

**51** Int. Cl.<sup>7</sup>: F 24 D 003/10  
F 16 K 011/00  
F 24 D 019/00

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

**12 PATENTSCHRIFT A5**

**21** Gesuchsnummer: 01381/00

**73** Inhaber:  
AIR-SEP Vertriebs- und Service AG  
Hermetschloostrasse 75  
8048 Zürich (CH)

**22** Anmeldungsdatum: 13.07.2000

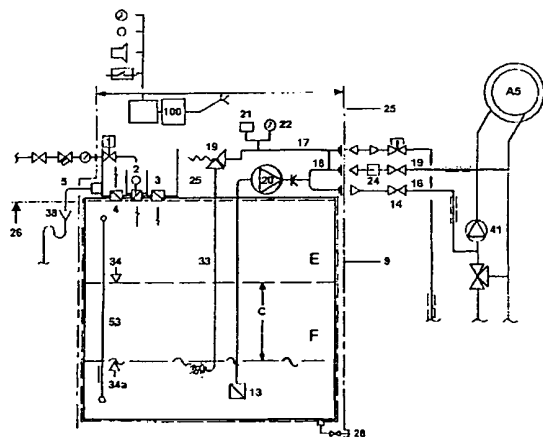
**24** Patent erteilt: 31.08.2005

**45** Patentschrift  
veröffentlicht: 31.08.2005

**72** Erfinder:  
Hans-Friedrich Bernstein  
Madeleine-Ruoff-Strasse 24  
82211 Herrsching (DE)

**54 Ausdehnungs- und Entgasungsvorrichtung.**

**57** Die Erfindung bezieht sich auf eine kompakte Armatureneinheit (25) sowie auf einen Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter (9), die zusammen eine modular aufgebaute Ausdehnungs- und Entgasungsvorrichtung (9, 25) bilden. Die neue Vorrichtung ist konstruktiv so verbessert, dass eine Serienfertigung und gleichzeitig eine einfache Entkalkung bzw. Entschlammung des Flüssigkeitskreislaufsystems möglich sind. Erfindungsgemäss ist in der kompakten Armatureneinheit oder in dem Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter ein Permanentmagnet (24) an einer Einlaufleitung (15) der kompakten Armatureneinheit bzw. an einer Zirkulationsleitung, die über die kompakte Armatureneinheit (25) mit dem Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter (9) verbunden ist, angebracht.



## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine kompakte Armatureneinheit und auf einen Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter, die zusammen eine modular aufgebaute Ausdehnungs- und Entgasungsvorrichtung bilden. Eine derartige Ausdehnungs- und Entgasungsvorrichtung ist aus dem deutschen Gebrauchsmuster DE 29 510 126 U1 und aus dem deutschen Patent DE 19 705 741 C1 bekannt.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die bekannte Vorrichtung unter weitgehender Beibehaltung ihrer bewährten Funktionen konstruktiv so zu verbessern, dass eine Serienfertigung der Vorrichtung möglich wird und dass gleichzeitig eine einfache Entkalkung bzw. Entschlammung des Flüssigkeitskreislaufsystems möglich wird.

Diese Aufgabe wird durch eine modular aufgebaute Ausdehnungs- und Entgasungsvorrichtung nach Anspruch 1 gelöst.

Gemäss der Erfindung wandelt ein Permanentmagnet, der am zweckmässigsten in der Einlaufleitung der Ausdehnungs- und Entgasungsvorrichtung angebracht ist, nadelförmige Kalkpartikel in flockenförmige Kalkkristalle um. Diese flockenförmigen Kalkkristalle reichern sich im Flüssigkeitskreislaufsystem an. Im Verlauf der Druckentspannung, die in der erfindungsgemässen Ausdehnungs- und Entgasungsvorrichtung abläuft, wandeln sich die flockenförmigen Kalkkristalle in einem zweiten Schritt in amorphen, sandförmigen Kalk um. Dieser sandförmige Kalk kann durch die erfindungsgemässe Reinigungsöffnung leicht entfernt werden.

Eine der Armaturen in der kompakten Armatureneinheit ist ein Entspannungsventil, durch welches Flüssigkeit aus einer unter dem Betriebsdruck stehenden Zirkulationsleitung in den Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter strömt. An dieser Stelle kann ein Überströmventil verwendet werden, das rein mechanisch unter der Wirkung der Druckdifferenz öffnet. Die Druckdifferenz beträgt beispielsweise 0,2 bar. Ein zusätzlicher Hubmagnet zur Öffnung des Differenzdruckventils durch die elektronische Steuerung ist also nicht unbedingt erforderlich. Durch das Weglassen eines Hubmagneten und der entsprechenden elektronischen Ansteuerung vereinfacht sich die kompakte Armatureneinheit, ohne dass ein Funktionsverlust eintritt.

Die erfindungsgemässe Ausdehnungs- und Entgasungsvorrichtung weist eine Frischwassernachspeisung auf, um Flüssigkeitsverluste auszugleichen. Auch dieses Frischwasser kann kalkhaltig sein. Um einen Eintrag von Kalk in das Flüssigkeitskreislaufsystem zu vermeiden, empfiehlt die deutsche VDI-Richtlinie 2035 eine Enthärtung, d.h. eine thermische Entkalkung des Frischwassers. Die erfindungsgemässe Vorrichtung ermöglicht eine solche Teilentsalzung aufgrund der Druckentspannung. Der im Bodenbereich abgelagerte Kalk- und Oxidschlamm kann leicht entnommen bzw. abgesaugt werden.

Zweckmässige Ausgestaltungen dieser Neukonstruktion sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Heizungsanlagen älteren Typs sind häufig mit drei

separaten Zusatzgeräten ausgerüstet, nämlich einem Druckhaltegerät mit Ausdehnungsbehälter, einem Entgasungsgerät und einem Nachspeisegerät.

Die Montage der Geräte, die Inbetriebnahme und erforderliche Wartung werden in diesem Fall jeweils separat vorgenommen.

Seit einigen Jahren sind Kombinationsgeräte bekannt geworden, welche die Funktion der Druckhaltung, Ausdehnung, Entgasung des Flüssigkeitskreislaufsystems und Nachspeisung von Frischwasser in einem Gerät vereinen. Zum Anschluss an das Flüssigkeitskreislaufsystem können dabei eine Zirkulationsleitung (um gashaltiges zirkulierendes Material zwecks Entgasung heranzuführen) und eine separate Ausdehnungsleitung dienen (um den statischen Druck im Flüssigkeitskreislaufsystem in seinem Nullpunkt zu erfassen). Das eingangs genannte Gebrauchsmuster DE-GM 29 510 126 zeigt ein derartiges Kombinationsgerät.

Solche Ausdehnungs- und Entgasungsvorrichtungen wurden in handwerklicher Einzelstückfertigung hergestellt. Zu diesem Stand der Technik gehört eine Steuerelektronik, die einen Programmablauf steuert und die eine Sammelstörmeldung für sämtliche Steuerungsfunktionen ausgeben kann. Die einzelnen Funktionselemente und Armaturen (Ventile, Pumpen, Rohranschlüsse, Messsensoren und Steuerelektronik) werden an den unterschiedlichsten Stellen des Ausdehnungs- und Entgasungsbehälters montiert.

Nach der Erfindung werden die Funktionselemente und Armaturen kompakt in einer Montageebene und der Permanentmagnet an einer Einlaufleitung montiert. Die erfindungsgemässe Montageebene befindet sich in unmittelbarer Nähe des Ausdehnungsbehälters. Der Ausdehnungsbehälter übernimmt und bevorratet dasjenige Volumen aus dem Flüssigkeitskreislaufsystem, das zum Ausgleich von Temperatur- und Druckänderungen dient. Die Ausdehnungsmenge wird üblicherweise nach DIN für gashaltiges Wasser errechnet; die Grösse des Ausdehnungsbehälters wird entweder nach dieser Menge oder auch etwas kleiner dimensioniert, da entgastetes Wasser einen kleineren Ausdehnungskoeffizienten besitzt.

Das Ausdehnungswasser im Behälter steht nicht mit der Aussenluft in Verbindung. Diese Trennung gegen den Luftsauerstoff ist Voraussetzung für einen Korrosionsschutz im Ausdehnungsbehälter und in allen Teilen des Flüssigkeitskreislaufsystems. Der Druck im Behälter ist gegenüber dem Betriebsdruck im Flüssigkeitskreislaufsystem deutlich reduziert bzw. «drucklos», jedoch nicht identisch mit dem Atmosphärendruck.

Profilgummilitzen als Lippendichtungen und Abstandshalter an den Stirnseiten eines gerollten Blechs (d.h. an den Stirnseiten der Behälterwand) gewährleisten die Dichtigkeit des druckreduzierten oder «drucklosen» Behälters auf der Bodenseite und auf der Deckelseite.

Die wasserführenden Teile (druckreduzierter Behälter, Rohre) werden isoliert (beispielsweise mit Mineralwolle und einer reflektierenden Folie); diese Ummantelung verhindert Wärmeverlust und Schwitzwasserbildung. Zu der Wärmeisolierung trägt auch eine Aussenverkleidung des Behälters bei, die durch einen hinreichenden Abstand zum Behälter ein Luft-

polster zwischen Behälter und Ummantelung frei lässt.

Aufstellfüsse mit Distanzschrauben am Behälterboden nivellieren Bodenunebenheiten am Aufstellort.

In der kompakten Armatureinheit läuft folgende Entgasung ab:

Eine Zirkulationsleitung steht gleichzeitig mit einer Ausdehnungsleitung in Verbindung; am Ende der Ausdehnungsleitung befindet sich ein Überströmventil oder Druckdifferenzventil. Auf diese Art kann gashaltiges Wärmeträgermedium in den Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter gelangen.

Wenn bei einem Ausführungsbeispiel das Überströmventil mittels eines zusätzlichen Hubmagneten geöffnet wird, fliesst das Wärmeträgermedium aus dem Flüssigkeitskreislaufsystem ab und in den Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter hinein. Dieses Überströmen wird auch durch die Druckdifferenz am Überströmventil bestimmt. Der Druck auf der Seite des Flüssigkeitskreislaufsystems ist der Gesamtdruck, der sich aus dem statischen Druck (in der Ausdehnungsleitung) und dem dynamischen Druck (Strömungsdruck) in der Verbindungsleitung zusammensetzt. Auf der druckreduzierten Seite des Überströmventils sind die verhältnismässig geringen Überdrücke und Unterdrücke wirksam, die sich im Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter einstellen. Bei einer Druckdifferenz von maximal 0,4 bar schliesst das Überströmventil wieder.

Bei einem anderen Ausführungsbeispiel kann das Überströmventil ohne elektrisch angesteuerten Hubmagneten bei 0,2 bar Druckdifferenz öffnen.

Die Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Vormontage der kompakten Armatureinheit. Bisher wurden Armaturen, Pumpe, Elektronik und Frischwasserspeisung in handwerklicher Weise voneinander getrennt montiert. Nach Gegebenheit vor Ort und nach Bedarf wurden die einzelnen Funktionen mit Leitungen in die vorhandenen Systeme eingebunden.

Diese Montage ist teuer. Beim Betrieb können sich ferner die einzelnen Funktionen in unübersichtlicher Weise überschneiden oder stören.

Mit der Erfindung kann serienmässig eine Montageebene produziert werden, die bei der Anschlussmontage von Behälter und Armatureinheit einfach und übersichtlich ist und die einen sicheren Betriebsablauf gewährleistet. Die serienmässige Fertigung dieser Montage ist besonders kostengünstig.

Die für Druckhaltung, Entgasung/Korrosionsschutz und Frischwassernachspeisung wesentlichen Bauelemente umfassen: eine Druckhaltepumpe, ein Differentialdruckventil oder Überströmventil, ein Manometer, einen Druckwächter mit Messstelle in der Ausdehnungsleitung, eine Steuerelektronik, eine Zirkulationsleitung, einen Permanentmagneten, eine Ausdehnungsleitung, ein Frischwassermagnetventil sowie (in einer Nasszelle gelegen) einen Vakuumbrecher, ein Gasablassventil und einen Schwimmer mit Klappventil.

Das Frischwassermagnetventil und die Nasszelle sind durch ein Rohr, vorzugsweise einen Kunststoffschlauch, verbunden, so dass die nach DIN erforderliche Systemtrennung gewährleistet ist.

Die Platine für die elektronische Steuerung befindet sich in einem Gehäuse mit einem ausklappbaren

Deckel. Der ausklappbare Deckel trägt die Steuerelemente, z.B. den Betriebsschalter, Ein/Aus, die Störmeldungsanzeige für fehlenden Druck und weitere Sonderfunktionen.

- 5 Die Erfindung wird anhand der Fig. 1 bis 4 näher erläutert, die in schematischen Seitenansichten den modularen Aufbau der Ausdehnungs- und Entgasungsvorrichtung zeigen. Die Erfindung nutzt eine Reihe von Bauteilen, die mit vergleichbarer Funktion in dem eingangs genannten Gebrauchsmuster DE-GM 29 510 126 (insbesondere dort Fig. 4) und in dem eingangs genannten Patent DE 19 705 741 dargestellt sind. Hierbei handelt es sich um die folgenden Armaturen und Bauteile:
- 10
- 15 Entleerungsventil 28  
Zulaufleitung 15 einer Zirkulationsleitung  
Rücklaufleitung 16 einer Zirkulationsleitung  
Isolierung 9b  
Druckwächter 21
- 20 Druckhaltepumpe 20  
Rückschlagventil 13 für Druckhaltepumpe 20  
Differenzdruckventil 19  
Elektrisch gesteuertes Ventil 1 für Frischwasser (Frischwasser-Magnetventil 1)
- 25 Medium F des Flüssigkeitskreislaufsystems (z.B. A5)  
Gasvolumen E im Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter 9  
Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter 9  
Ansaugöffnung für Druckhaltepumpe 20
- 30 Niveauschalter oben 34  
Niveauschalter unten 34a  
Frischwasserzulaufleitung 2  
Überlaufsiphon 38  
Sicherheitsüberlaufrohr 5
- 35 Einlassöffnung für Ausdehnungsleitung 17  
Wasseraustritt für Frischwasser 2b  
Wasserstandsglas 53  
Nasszelle 1a als Trennvorrichtung für flüssige und gasförmige Medien E, F
- 40 Ausdehnungsleitung 17  
Vakuumbrecher 3  
Elektrokabel 101 für Steuerelektronik 100  
Verbindungsleitung 18 zwischen Zirkulationsleitung 15, 16 und
- 45 Ausdehnungsleitung 17  
Manometeranzeige 22  
Elektronische Steuerung 100
- 50 Diese Bauteile werden als zweckmässige Ausgestaltungen in die Offenbarung der vorliegenden Ausdehnungs- und Entgasungsvorrichtung einbezogen. Auf Grund der Montageebene 26 kommen die folgenden Bauteile hinzu oder wurden konstruktiv abgeändert, von denen nur die wichtigsten in Fig. 4 mit der zugehörigen Bezugszeichenliste dargestellt sind:
- 55 Armaturenbodenblech 27  
Behälterdeckel 10  
Behälterboden 11  
Behälterwand 9a  
Durchführung der Druckhaltepumpe 20
- 60 Rückschlagventil 13 am Fuss der Pumpensaugleitung  
Durchführung der Ausdehnungsleitung 17  
Gasablass- und Sicherheitsüberlaufventil 4  
Ventilsitz für Gasablass 4
- 65 Frischwassernachspeiseventil (Schwimmer mit Klapp-

ventil) 2b  
 Ventilsitz für Klappventil 2b  
 Ventilsitz für Vakuumbrecher 3  
 Nasszelle 1a  
 Überlaufkammer 6 der Nasszelle 1a  
 Schwimmkammer 2a der Nasszelle 1a  
 Abdichtung 7 der Nasszelle 1a  
 Abdichtung 7 des Behälterbodens 11  
 Abdichtung 7 des Behälterdeckels 10  
 Distanzhalter 8 mit Verschraubungen oder Spannern  
 Aufstellfüsse 39 auf Nivellierschrauben am Behälterboden 11  
 Schutzverkleidung 23 mit Lüftungsschlitzen für kompakte Armatureinheit 25  
 Isolierende Ummantelung 9b und Schutzverkleidung für Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter 9  
 Anzeigen A im Bedienungsfeld der Armatureinheit 25  
 Senkrechte Trennwand 40 der Überlaufkammer 6 und der Schwimmkammer 2a in der Nasszelle 1a  
 Wasservorlage in der Schwimmkammer 2a  
 Schwimmkugel des Frischwassernachspeiseventils 2b  
 Feder des Vakuumbrechers 3

Die Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem das Flüssigkeitskreislaufsystem ein Kältekreis A5 ist und bei dem ein Permanentmagnet 24 an einer Einlaufleitung 15 angeordnet ist. Die Einlaufleitung 15 bildet mit einer Auslaufleitung 16 eine Zirkulationsleitung. Die Flüssigkeit zirkuliert aus einer Rücklaufleitung des Flüssigkeitskreislaufsystems A5 über die Einlaufleitung 15 vorbei an dem Permanentmagneten 24 über ein Absperrventil 14 in der Auslaufleitung 16 zu einem Anschluss in einer Vorlaufleitung des Flüssigkeitskreislaufsystems A5, der saugseitig der Umwälzpumpe 41 liegt. Die Zirkulationsleitung 15, 16 ist über eine Verbindungsleitung 18 mit einer Ausdehnungsleitung 17 verbunden. Durch die Ausdehnungsleitung 17 kann Flüssigkeit über ein Überströmventil 19 in den Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter 9 überströmen. Vor dem Überströmventil 19 befinden sich in dem Armaturen- und Steuerbereich 25 ein Manometer 22 und ein Druckwächter 21, die den Betriebsdruck in der Ausdehnungsleitung 17 messen und überwachen.

In Fig. 2a sind schematisch die verschiedenen Bereiche des Ausdehnungs- und Entgasungsbehälters 9 in Fig. 1 bzw. des Ausdehnungs- und Entgasungsbehälters 9 in Fig. 4 dargestellt. Das Wasser, das aus dem Flüssigkeitskreislaufsystem (also beispielsweise aus dem Kältekreis A5 gemäss Fig. 1 oder aus dem Heizkreis gemäss Fig. 4) durch das Rohr 33 zuläuft, wird in dem obersten Bereich 29 zusammen mit den darin enthaltenen Gasen entspannt. In einem darunter liegenden Bereich 30 des Ausdehnungs- und Entgasungsbehälters 9 beruhigt sich das Wasser. In einem darunter liegenden bodennäheren Bereich 31 setzen sich Salze und Oxidschwebeteilchen ab. In dem noch bodennäheren Bereich 32 lagern sich diese festen Stoffe, insbesondere der Kalk ab. Gemäss Fig. 2b können diese Ablagerungen mittels eines Wassersaugers 35 abgesaugt werden. Hierzu wird ein Saugschlauch 36 durch eine Reinigungsöffnung 37 (siehe Fig. 2) geführt, die in dem Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter 9 in Höhe des Beru-

higungs- und Absetzungsbereichs 30, 31 gemäss Fig. 2a vorgesehen ist.

In Fig. 3 ist die Frischwasser-Nachspeisung 2, 2a, 2b mit Systemtrennung 1a, 2a, b schematisch dargestellt. Das Frischwasser bei 2 wird anlässlich einer Nachspeisung ebenso entspannt wie das flüssige Medium des Flüssigkeitskreislaufsystems. Dadurch findet eine Teilentgasung E des Frischwassers statt. Anschliessend läuft das teilentgaste Wasser beispielsweise in das warme Wasser F des Ausdehnungs- und Entgasungsbehälters 9 gemäss Fig. 4. Dadurch findet eine Enthärtung des Frischwassers durch Erhitzen statt.

Die Fig. 4 zeigt ein zweites Beispiel der Erfindung, in dem der Permanentmagnet 24 an einer Einlaufleitung 15 angebracht ist. In diesem Ausführungsbeispiel zirkuliert die Flüssigkeit in konventioneller Weise aus der Vorlaufleitung (druckseitig einer Umwälzpumpe) vorbei an dem Permanentmagnet 24 in die Einlaufleitung 15 und zurück über die Auslaufleitung 16 in die Rücklaufleitung des Flüssigkeitskreislaufsystems.

Die modulare Vorrichtung ist laut Fig. 4 bei 15, 16 und 17 an das Flüssigkeitskreislaufsystem anzuschliessen und besteht aus zwei Baugruppen. Die erste Baugruppe ist ein Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter 9 mit einer aus Stahl gefertigten Behälterwand 9a, die mittels eines lösbaren Behälterbodens 11 und eines lösbaren Behälterdeckels 10 elastisch dichtend gegen die Atmosphäre abgeschlossen ist. Der Behälter 9 weist Anschlussöffnungen zur Durchführung von Rohrverbindungen (bei 19 und 20) und/oder zur Durchführung von Ventilen (bei 2b, 3 und 4) in einer Montageebene 26, vorzugsweise nur am Behälterdeckel 10, auf.

Die zweite Baugruppe ist eine kompakte Armatureinheit 25, die an einer Aussenfläche des Behälters 9, vorzugsweise auf dem Behälterdeckel 10, montiert ist. Die kompakte Armatureinheit 25 stellt die für den Betrieb des Ausdehnungs- und Entgasungsbehälters 9 vorgesehenen Rohrverbindungen und sonstigen Anschlüsse in der einen Montageebene 26 bereit.

Der modulare Aufbau ermöglicht eine Serienfertigung der Ausdehnungs- und Entgasungsvorrichtung 9, 25.

Die Rohranschlussöffnungen in der einzigen Montageebene 26 umfassen:

- eine Ansaugöffnung zum Anschluss an die Druckhaltepumpe 20
- eine Einlassöffnung zum Anschluss an die separate Ausdehnungsleitung 17 mit dem Differenzdruckventil 19 (dieselbe Einlassöffnung dient auch zur Entnahme von flüssigem Medium aus der Zirkulationsleitung 15, 16, wofür das Differenzdruckventil 19 mit einem speziellen elektromagnetischen Antrieb und einer Verbindungsleitung 18 zur Zirkulationsleitung 15, 16 ausgestattet ist)
- eine gemeinsame Öffnung für den Gasablass 4 und für einen Ablass von Medium in den Sicherheitsüberlauf 5
- eine Anschlussöffnung für den Vakuumbrecher 3 sowie
- eine Öffnung für die Frischwassernachspeisung 2, 2a, 2b mit dem Frischwasserventil 1.

Der Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter 9 ist aus folgenden Teilen zusammengesetzt:

- einer im Wesentlichen zylinderförmigen Behälterwand 9a aus Stahl
- einem im Wesentlichen flachen Behälterboden 11 mit Versteifungen 12 aus Stahl
- einem im Wesentlichen flachen Behälterdeckel 10 aus Stahl
- einer Ummantelung 9b aus reflektierendem und isolierendem Material
- einem Wasserstandsglas 53 mit zwei Niveauschaltern 34 und 43a
- und einem Füll- und Entleerungsventil 28.

Wand 9a, Boden 11 und Deckel 10 des Behälters 9 können in ungewöhnlich einfacher Weise aus unlegiertem oder verzinktem Stahl, beispielsweise St 37, bestehen.

Edelstahl oder Stahl mit korrosionshemmenden Zusätzen ist nicht unbedingt erforderlich, weil das entgaste Medium lediglich einmalig eine passivierende Flächenkorrosion an den inneren Begrenzungsflächen des Behälters hervorruft.

Der Behälter kann jedoch aus Cr-Stahl bestehen. Alternativ kann auch eine Kunststoffhaut auf die Stahloberfläche aufgebracht werden.

Die zylindrische Behälterwand 9a wird hergestellt, indem sie aus Stahlblech gerollt oder gewickelt wird. Das Stahlblech wird in bekannter Weise zwischen zwei Wickelwalzen hindurchgeführt, wobei der Walzdruck die Krümmung erzeugt. Nach diesem Umformen wird das Stahlblech an seinen übereinander liegenden Endkanten zu einer Längsnaht zusammengefügt. Die Längsnaht wird vorzugsweise durch ein umweltschonendes Verfahren abgedichtet, zum Beispiel geheftet und anschließend gekittet. Eine Schweissnaht ist nicht unbedingt erforderlich: das Schweißen würde eine chemische Nachbehandlung, beispielsweise ein Ablaugen, zum Zwecke des Korrosionsschutzes erfordern und ist deshalb nur in Sonderfällen vorgesehen.

Der Behälterdeckel 10 und der Behälterboden 11 werden durch eine lösbare Befestigung (Verschraubung oder Verspannung) an einer zylinderförmigen Behälterwand 9a montiert. Hierzu werden auf die ringförmigen stirnseitigen Ränder der Behälterwand 9a oben und unten elastisch abdichtende Gummilippen (Lippendichtungen 7) aufgesteckt. An die Behälterwand 9a sind oben und unten Distanzhalter 8 angeschweisst; an diese Distanzhalter 8 werden der Behälterboden 11 und die Behälterdeckel 10 z. B. angeschraubt. Nach dem Festschrauben verbleibt für die Gummilippe 7 eine Distanz zwischen dem abdichtenden Behälterrand und der Boden- bzw. Deckelfläche; die Distanz verhindert ein übermässiges Quetschen der Gummilippen 7. Bei dieser Montage-technik steht der Distanzhalter 8 also über den Rand der Behälterwand 9 vor und bildet jeweils einen Anschlag am Boden 11 und Deckel 10 des Behälters 9, wodurch eine Zerstörung der elastischen Verbindung 7, etwa durch unsachgerechte Montage, sicher vermieden wird.

Der Behälterboden 11 stützt sich auf Füßen gegen die feste Unterlage am Aufstellort der Ausdehnungs- und Entgasungsvorrichtung ab. Die Füße sind als Nivellierschrauben ausgebildet, um Un-

ebenheiten dieser Unterlagen ausgleichen zu können.

Der druckreduzierte Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter 9 wirkt in Bezug auf das Flüssigkeitskreislaufsystem unter anderem auch wie ein Beruhigungsbecken, an dessen Boden 11 sich Schlamm absetzt, der aus dem Flüssigkeitskreislaufsystem stammt. Dieser Schlamm kann von Zeit zu Zeit beseitigt werden, indem der Behälterboden 11 abgenommen wird und dort abgelagerter Schlamm entfernt wird. Hierzu wird die gesamte Vorrichtung angehoben und aufgebockt, bevor der Behälterboden 11 entfernt wird.

Der Behälterboden 11 ist durch Versteifungen 12 gegen Verbiegung geschützt, die durch Überdrücke und Unterdrücke im Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter 9 auftreten kann.

Der Behälter 9 ist vorzugsweise in einem Abstand mit aluminiumbeschichteten Platten 9b ummantelt. Ein Teil des Zwischenraums zwischen Behälterwand 9a und Ummantelung 9b ist mit Luft gefüllt. Die Aluminiumschicht auf der Innenseite der Platte 9b reflektiert die Wärmestrahlung, die vom Behälter 9 ausgeht, zurück in den Innenraum. Die isolierende Wirkung dieser Ummantelung 9b beruht also einerseits auf der üblichen Wärmedämmung mittels Dämmmaterial (Mineralwolle), andererseits auf einem Zurückwerfen des Strahlungsanteils in Verbindung mit der geringen Wärmekapazität der Luft, soweit der Innenraum zwischen Behälterwand 9a und reflektierender Ummantelung 9b mit Luft gefüllt ist.

Ein Wasserstandsglas 53 ragt von der Behälterwand nach aussen, so dass es von der Ummantelung 9b nicht verdeckt wird. Das senkrechte Glasrohr 53 wirkt als verbundene Röhre, die den schwankenden Wasserstand im Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter 9 anzeigt. Neben der direkten Beobachtung des Wasserstands hat das Glasrohr 53 eine weitere Funktion. Mit dem Wasserstand im Glasrohr 53 steigt und sinkt ein Schwimmer, der eine Schaltfunktion ausführt, wenn er sich einem bestimmten oberen Niveau 34 oder einem bestimmten unteren Niveau 34a nähert. Es kann sich um einen oberen Reed-Kontakt und einen unteren Reed-Kontakt handeln oder auch um Quecksilberschalter oder Feder-schalter. Die Reed-Schalter 34, 34a signalisieren an die Steuerelektronik 100, dass einer dieser beiden zur Steuerung herangezogenen Wasserstände erreicht ist.

Am unteren Verbindungsstutzen des Wasserstandsglases 53 ist ein Entleerungsventil 28 vorgesehen, zweckmässigerweise in Form einer Verlängerung des unteren Verbindungsstutzens.

Der Druck im Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter 9 ist deutlich niedriger als der Betriebsdruck des Mediums im Flüssigkeitskreislaufsystem, der an dem Manometer 22 abzulesen ist. Dieses Druckgefälle zwischen Behälterdruck und Betriebsdruck wird von der zwischengeschalteten Armatureneinheit 25 aufrechterhalten und überwacht. Zu diesem Zweck sind das Differenzdruckventil 19 und die Druckhaltepumpe 20 zwischen das Flüssigkeitskreislaufsystem und den Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter 9 eingefügt. Das Differenzdruckventil 19, die Druckhaltepumpe 20, der Druckwächter 21, die erwähnten Ni-

veauschalter, die Steuerelektronik 100, die Zirkulationsleitung 15, 16, die Ausdehnungsleitung 17, die Verbindungsleitung 18, das Rückschlagventil 14 und die Manometeranzeige 22 können beispielsweise so verschaltet sein und so funktionieren, wie es in dem Gebrauchsmuster DE-GM 29 510 126 beschrieben ist. Der konstruktiv erhebliche Unterschied besteht darin, dass die genannten Armaturen und Bauteile zusammen mit weiteren, üblicherweise oben am Behälter aufgebrachten Ventilen in einer kompakten Armatureneinheit 25 zusammengefasst werden, um sie in nur einer Montageebene 26 mit dem Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter 9 zu verbinden.

Beim Einlassen von Wasser steigt das Niveau von einem unteren auf ein oberes Niveau an. Aus dem Entspannungsventil 4 wird Luft herausgedrückt. Das Einschalten der Pumpe 20 bewirkt ein Absinken des Niveaus auf das untere Niveau, so dass eine Kolbenwirkung erreicht wird. Da keine Luft in den Behälter eindringen kann, entsteht ein Unterdruck.

Das Differenzdruckventil 19 ist durch ein Sieb gegen Verschmutzungen geschützt. Das Sieb hält grobe Partikel zurück, die aus dem Flüssigkeitskreislauf angeschwemmt werden können, während kleine Partikel durch das Druckgefälle zwischen dem Betriebsdruck bei 22 und dem wesentlich geringeren Innendruck des Behälters 9 ohne weiteres durchgespült werden.

Der reduzierte Behälterdruck ist nicht gleich dem äusseren Atmosphärendruck. Der Behälter 9 ist einerseits luftdicht gegen die Atmosphäre abgeschlossen und kann andererseits nur über druckbegrenzende Armaturen innerhalb der Armatureneinheit (Vakuumbrecher 3, Gasablassventil 4) mit der freien Atmosphäre in Verbindung treten. Dementsprechend treten im Behälter 9 vorbestimmte Überdrücke und Unterdrücke auf. Der Behälter 9 ist deshalb weder als massiver Druckbehälter noch als offener Behälter ausgelegt, sondern als druckreduzierter Behälter mit relativ dünnen Wandstärken und entsprechend geringem Gewicht, aber mit verlässlicher Abdichtung zwischen den einzelnen Behälterkomponenten, die als Wand 9a, Boden 11 und Deckel 10 leicht herstellbar und leicht montierbar sind. Zur Abdichtung des Behälters 9 gehört auch ein luftdichtes Aufsetzen eines neuartigen Armaturen-Bodenblechs 27.

Die kompakte Armatureneinheit 25 trägt auf dem Armaturen-Bodenblech 27 folgende Armaturen:

- eine niveauabhängige Frischwassernachspeisevorrichtung 1, 2, 2a, 2b, die über eine systemtrennende Nasszelle 1a mit Frischwasserzulauf 2 vom Flüssigkeitskreislaufsystem samt dem druckreduzierten, geschlossenen Behälter 9 getrennt ist
- ein Gasablassventil 4 für einen mechanisch kontrollierten Ablass gasförmiger und ggf. flüssiger Medien, insbesondere für einen Gasablass aus dem Behälter 9 in die unter Atmosphärendruck stehende Umgebung
- ein Sicherheitsüberlaufrohr 5 für flüssiges Medium einen Vakuumbrecher 3 zur Begrenzung des Unterdrucks im Behälter 9
- ein Differenzdruckventil 19 mit elektromechanischem Antrieb (Hubmagnet), das als Entspannungsventil für das flüssige Medium verwendet wird
- eine Druckhaltepumpe 20

– verschiedene Rückschlagventile wie z.B. 13 und 14

– eine Steuerelektronik 100.

- Diese Armaturen dienen zur Durchführung eines Verfahrens, das eine Kombination von Druckhaltung, Entgasung von zirkulierenden sowie unter Druck stehenden Medien (Korrosionsschutz) und Nachspeisung umfasst. Die kompakte Armatureneinheit 25 wird als vormontiertes Modul in einer einzigen Montageebene 26, deren Lage und Anordnung im Prinzip frei gewählt werden kann, an den Behälter angeschlossen. Die Armatureneinheit 25 wird vorzugsweise in der Montageebene 26 oben auf den Behälterdeckel 10 montiert. Bei kleinen Anlagen kann das Armaturenbodenblech 27 gleichzeitig den Behälterdeckel 10 bilden.

- Bei grossen Anlagen ist es zweckmässig, die Armatureneinheit 25 unabhängig vom Behälterdeckel 10 vorzumontieren. Bei dieser Vormontage können bestimmte Bauteile der Armatureneinheit (zum Beispiel der Vakuumbrecher 3 oder die Druckstufe der Druckhaltepumpe 20) an der Unterseite des Armaturenbodenblechs 27 angebaut werden. Die Pumpe 20 ist nämlich bei einer alternativen Ausführungsform als Tauchpumpe (überflutete Pumpe) ausgelegt, welche in das flüssige Medium eintaucht. Die Verwendung einer Tauchpumpe anstatt der üblichen externen Druckhaltepumpe spart Platz in dem Hauptteil der Armatureneinheit 25, auch wenn der Pumpenmotor oberhalb des Armaturenbodenblechs 27 angeordnet ist. Ausserdem ist das Laufgeräusch leiser, wenn die Druckstufen der Tauchpumpe innerhalb des Behälters 9 liegen. In jedem Fall geschieht die Montage so, dass alle Rohrverbindungen in übersichtlicher Weise in einer einzigen Montageebene liegen.

- Das Rückschlagventil 14 ist bereits in dem Gebrauchsmuster DE-GM 29 510 126 (dort unter dem Bezugszeichen 15) vorgesehen. Ein weiteres Rückschlagventil ist am Fuss der Saugleitung der Druckhaltepumpe 20 vorgesehen, um ein versehentliches Zurückströmen von Medium in den Behälter 9 an dieser Stelle zu verhindern.

- Die Montageebene 26 ist nicht auf den Behälterdeckel 10 beschränkt. Es liegt auch im Rahmen der Erfindung, die kompakte Armatureneinheit 25 über die Bodenseite 11 an den Behälter 9 anzuschliessen. Von den Anschlussöffnungen ragen jeweils Rohrstützen in das Innere des Behälters 9. Die Länge dieser Rohrstützen wird so gewählt, dass sie entweder im Bereich des flüssigen Mediums oder im Bereich des darüberliegenden Gasvolumens enden – je nach Funktion der Armatur, die mit der entsprechenden Anschlussöffnung verbunden ist. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel liegt die Montageebene 26 oberhalb des Behälterdeckels 10 und umfasst die fünf genannten Rohranschlüsse. Wenn die Montageebene 26 mit den Rohranschlüssen an den Behälterboden 11 verlegt wird, so erfordert lediglich der Frischwasserzulauf 1, 2, 2a, 2b zusätzliche Überlegungen. Die Nachspeisung in den druckreduzierten Behälter 9 kann dann aus dem höher liegenden speziellen Vorratsbehälter oder auch aus einem tiefer liegenden Vorratsbehälter mit spezieller Förderpumpe erfolgen.

- Die Frischwassernachspeisung sowohl beim Zulauf

2 als auch beim Überlauf 5 erfolgt so, dass das Frischwassernetz vom Flüssigkeitskreislaufsystem getrennt ist (Systemtrennung). Dieses Sicherheitsmerkmal gewährleistet, dass kein flüssiges Medium in das Frischwassernetz gelangt, und zwar selbst dann nicht, wenn der druckreduzierte geschlossene Behälter 9 in einem Störfall dem Betriebsdruck ausgesetzt sein sollte. Zu diesem Zweck verlangt die DIN 1988 eine Luftstrecke für das zugeführte Frischwasser.

Gleichzeitig soll aber das Medium durch die Systemtrennung möglichst wenig mit Gas angereichert werden. Ein Abschluss zum Behälter 9 erfolgt durch die Lippendichtung 7 auf der Unterkante des Armaturenbodenblechs 27 sowie durch die Wasservorlage in der Schwimmkammer 2a oder Nasszelle 1a. Der Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter 9 steht mit der Umgebungsluft nicht in einem freien, sondern in einem eng begrenzten Gasaustausch. Gasaustausch bedeutet, dass die aus dem Medium entfernten Gase durch das Gasablassventil 4 in die Überlaufkammer 6 der Nasszelle 10 gelangen. Nur in einem Störfall kann ausnahmsweise umgekehrt Luft durch den Vakuumbrecher 3 in den Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter 9 gelangen. Bei diesem Sonderfall geht es darum, eine Beschädigung des Behälters 9 durch einen zu grossen Unterdruck zu vermeiden.

Im Unterschied zum Stand der Technik sind beim bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung in dem Armaturenbodenblech 27 drei Öffnungen vorgesehen, die nicht als gewöhnliche Rohrdurchführungen, sondern als Ventilsitze konstruiert sind. D.h. die Nasszelle 1a innerhalb der kompakten Armatureneinheit 25 kann entweder so konstruiert sein, wie sie als Trennvorrichtung 54 in dem Gebrauchsmuster DE-GM 29 510 126 beschrieben ist; sie kann aber auch als neuartige Nasszelle 1a mit zwei Kammern 2a und 6 ausgeführt sein, die oben offen und unten mit einer Lippendichtung 7 wasserdicht auf das Armaturenbodenblech 27 aufgesetzt ist. Die zwei Kammern 2a und 6 sind durch eine senkrechte Trennwand getrennt; in der Schwimmkammer 2a befindet sich im normalen Betriebsfall eine Wasservorlage; die Überlaufkammer 6 dient im normalen Betriebsfall dem Gasablass aus dem Entgasungsbehälter 9. Die Überlaufkammer 6 der Nasszelle 1a ist mit dem Sicherheitsüberlauf 5 verbunden und lässt überschüssiges Medium oder auch überschüssiges Frischwasser sofort abfließen. Überschüssiges Medium kann im Störfall durch das Gasablassventil 4 in die Überlaufkammer 6 der Nasszelle 1a gelangen, während überschüssiges Frischwasser im Störfall über eine Öffnung in der Trennwand aus der Schwimmkammer 2a der Überlaufkammer 6 übertreten kann. Abgesehen von diesem Sicherheitsüberlauf 5 bestimmt die Nasszelle 1a mit den drei im Armaturenbodenblech 27 integrierten Ventilen 2b, 3 und 4, über denen die Nasszelle 1a befestigt ist, den Druck im Entgasungsbehälter 9. Das Ventil 2b für die Frischwassernachspeisung liegt in der Schwimmkammer 2a der Nasszelle 1a, in der die Wasservorlage den Schwimmkörper von 2b trägt. Die Öffnungen für den Vakuumbrecher 3 und für den Gasablass 4 münden in die Überlaufkammer 6 der Nasszelle 1a, die im Normalfall trocken ist.

Der Vakuumbrecher 3 ist als federbelastete Klappe vorzugsweise unterhalb des Armaturenbodenblechs montiert, das Gasablassventil 4 oberhalb. Das schwimmergesteuerte Klappventil 2b für den Frischwasserzulauf ist vorzugsweise in der Schwimmkammer 2a in der Nähe des Armaturenbodenblechs 27 untergebracht. Die drei Ventile haben das gemeinsame Konstruktionsmerkmal, dass ein metalener Ventilteller eine Dichtungsscheibe trägt, mit der er an einem Ventilsitz anliegt, der ein Teil des Armaturenbodenblechs 27 ist.

Der Ventilteller 2b für den Frischwasserzulauf ist durch ein Rohr mit der Schwimmkugel in der Schwimmkammer 2a verbunden. Das Ventil des Vakuumbrechers 3 enthält eine Feder, die den Unterdruck im Behälter 9 auf etwa 200 mbar begrenzt. Das Gasablassventil 4 wirkt ohne Feder durch sein Eigengewicht.

Die Steuerelektronik 100 empfängt Messsignale von dem oberen Niveauschalter 34, von dem unteren Niveauschalter 34, von einem eingebauten Zeitgeber und bei allgemein zu geringem Betriebsdruck – von dem Druckwächter 21. Die Elektronik 100 sendet Steuersignale an den elektromechanischen Antrieb des Differenzdruckventils 19 (d.h. der Hubmagnet setzt die Ansprechschwelle des Ventils 19 herab); ferner werden Steuersignale an die Druckhaltepumpe 20 und an das Magnetventil 1 für den Frischwasserzulauf gegeben. Die Elektronik 100 sendet auch Anzeigesignale zu einem Bedienungs-feld der Armatureneinheit, die den Betreiber über den Betriebszustand der Anlage 10 informieren.

Der Entgasungszyklus wird (wie in dem Gebrauchsmuster DE-GM 29 510 126 beschrieben) durch Zeitintervalle und/oder den Füllstand im Behälter 9 gesteuert. Es genügen minimal etwa vier Entspannungszyklen pro Stunde, um das flüssige Medium in einem entgasten Zustand zu halten. Wenn die Anlage erstmals oder mit ausgewechseltem Medium erneut in Betrieb genommen wird, wird die Elektronik 100 von Hand auf ein Programm umgeschaltet, in dem die Entgasungszyklen (einige Tage lang) dichter aufeinander folgen. Die Druckhaltepumpe 20 läuft z.B. zehnmal pro Stunde an.

Durch die Entgasung sinkt der Sauerstoffgehalt im flüssigen Medium auf 0,045 bis 0,080 mg pro Liter. Für Heizungsanlagen wird vom VDI ein Sauerstoffgehalt von weniger als 0,1 mg pro Liter empfohlen. Die Entgasungsvorrichtung unterschreitet also den empfohlenen Grenzwert erheblich. Ausserdem entweichen alle Gase wie H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> usw. Weil bei der Entgasung auch Kohlendioxid entfernt wird, sinkt der Säuregehalt im flüssigen Medium. Es stellt sich eine alkalische Qualität der Heizungsflüssigkeit ein. Der pH-Wert liegt bei 8,5 bis 9,0. Ebenso verringert sich die Ausdehnungsmenge der Anlage wesentlich gegenüber dem Volumen, das in der einschlägigen DIN angegeben ist. Dadurch wird Energie gespart und der Wirkungsgrad der Heizanlage optimiert.

Die kompakte Armatureneinheit 25 nimmt die Armaturen in einer Verkleidung 23 mit Lüftungsschlitzen auf. An der Vorderseite der Verkleidung 23 sind die elektrischen Bedien- und Anzeigeelemente angebracht. Seitlich sind die Rohranschlüsse herausgeführt, welche die Verbindungen herstellen

- zum Vorlauf 15 der Zirkulationsleitung, der vom Vorlauf des Flüssigkeitskreislaufsystems abzweigt
- zum Rücklauf 16 der Zirkulationsleitung, der in dem Rücklauf des Flüssigkeitskreislaufsystems mündet oder (s. unten) als Ausdehnungsleitung am druckneutralen Bereich des Flüssigkeitskreislaufsystems endet
- zur separaten Ausdehnungsleitung 17 des Flüssigkeitskreislaufsystems (s. unten)
- zum Siphon des Sicherheitsüberlaufrohrs 5
- und zum Frischwasseranschluss bei 1.

Die separate Ausdehnungsleitung 17 ist optional. Bei kleineren Geräten genügt die Zirkulationsleitung 15, 16. Sie kann als Ausdehnungsleitung benutzt werden, wenn sie den statischen Druck im Flüssigkeitskreislaufsystem hinreichend genau auf das Differenzdruckventil 19 ausübt.

### Patentansprüche

1. Modular aufgebaute Ausdehnungs- und Entgasungsvorrichtung (9, 25) für ein Flüssigkeitskreislaufsystem (A5) mit Umwälzpumpe (41), wobei eine kompakte Armatureinheit (25) in einer gemeinsamen Montageebene (26) mit einem gegen die Atmosphäre abgeschlossenen Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter (9) derart zusammenfügbar ist, dass

- a. ein Armaturen-Bodenblech (27) der kompakten Armatureinheit (25) die für eine Ausdehnungs-, Druckhaltungs-, Entgasungs- und Nachspeisungsfunktion wesentlichen Armaturen und Rohranschlüsse der Ausdehnungs- und Entgasungsvorrichtung (9, 25) vormontiert trägt,
- b. eine Aussenfläche des Ausdehnungs- und Entgasungsbehälters (9) Durchführungen für die vormontierten Rohranschlüsse und Armaturen aufweist,
- c. das Armaturen-Bodenblech (27) elastisch dichtend (7) auf die Aussenfläche des Ausdehnungs- und Entgasungsbehälters (9) montiert ist, und
- d. ein Permanentmagnet (24) an einer Einlaufleitung (15) der kompakten Armatureinheit (25) angebracht ist.

2. Modular aufgebaute Ausdehnungs- und Entgasungsvorrichtung (9, 25) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlaufleitung (15) Teil einer aus der Einlaufleitung (15) und einer Auslaufleitung (16) bestehenden Zirkulationsleitung (15, 16) ist, die über die kompakte Armatureinheit (25) mit dem Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter (9) verbunden ist.

3. Modular aufgebaute Ausdehnungs- und Entgasungsvorrichtung (9, 25) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der in der Einlaufleitung (15) und/oder in der Zirkulationsleitung (15, 16) angebrachte Permanentmagnet (24) nadelförmige Kalkpartikel, die in der Flüssigkeit (F) des Flüssigkeitskreislaufsystems (A5) enthalten sind, in flockenförmige Kalkkristalle (G) umwandelt.

4. Modular aufgebaute Ausdehnungs- und Entgasungsvorrichtung (9, 25) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass Flüssigkeit (F) aus einer Rücklaufleitung des Flüssigkeitskreislaufsystems (A5) über die genannte Einlaufleitung (15) und weiter über eine Auslauflei-

tung (16) zu einem saugseitig der Umwälzpumpe (41) liegenden Anschluss in einer Vorlaufleitung des Flüssigkeitskreislaufsystems (A5) zirkuliert.

5. Modular aufgebaute Ausdehnungs- und Entgasungsvorrichtung (9, 25) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass Flüssigkeit (F) in einer aus der Einlaufleitung (15) und einer Auslaufleitung (16) bestehenden Zirkulationsleitung (15, 16) aus einer Vorlaufleitung druckseitig der Umwälzpumpe (41) in eine Rücklaufleitung des Flüssigkeitskreislaufsystems (A5) zirkuliert.

6. Modular aufgebaute Ausdehnungs- und Entgasungsvorrichtung (9, 25) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Überströmventil (19), das auf eine Druckdifferenz zwischen einem Betriebsdruck in einer Ausdehnungsleitung (17) und einem reduzierten Druck in dem Ausdehnungs- und Entgasungsbehälter (9) anspricht, als Entspannungsventil für die Flüssigkeit (F) verwendet wird.

7. Modular aufgebaute Ausdehnungs- und Entgasungsvorrichtung (9, 25) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Wasserstandsglas (53) mit einem unteren Niveauschalter (34a) versehen ist, wobei der untere Niveauschalter (34a) oberhalb eines bodennahen Ablagerungsbereichs (32) des Ausdehnungs- und Entgasungsbehälters (9) angeordnet ist.

8. Modular aufgebaute Ausdehnungs- und Entgasungsvorrichtung (9, 25) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Reinigungsöffnung (37) in Höhe eines Beruhigungs- und Absetzungsbereichs (30, 31) des Ausdehnungs- und Entgasungsbehälters (9) vorgesehen ist.



Fig. 2a

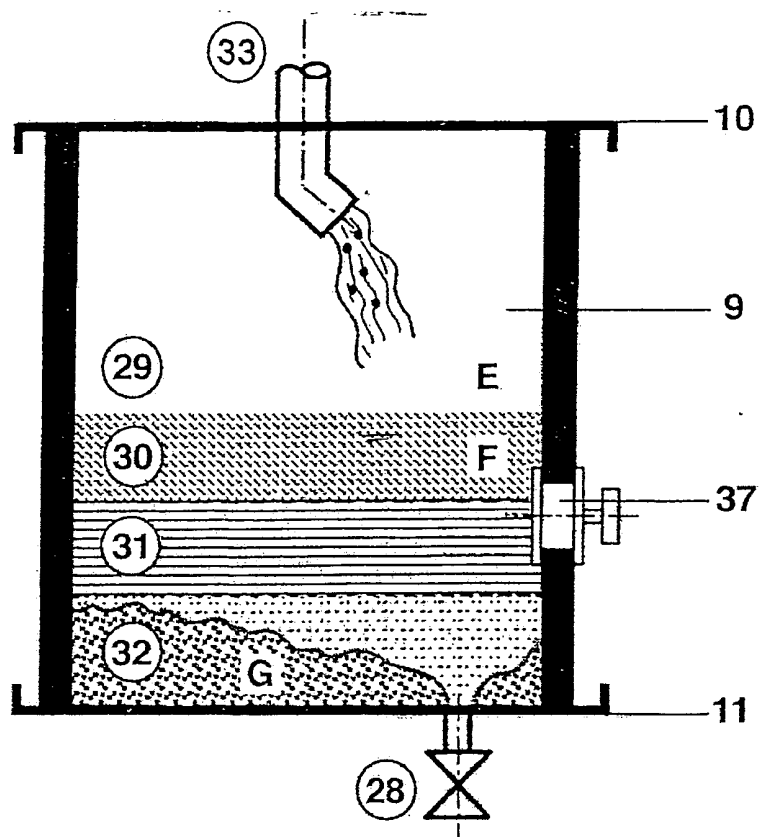
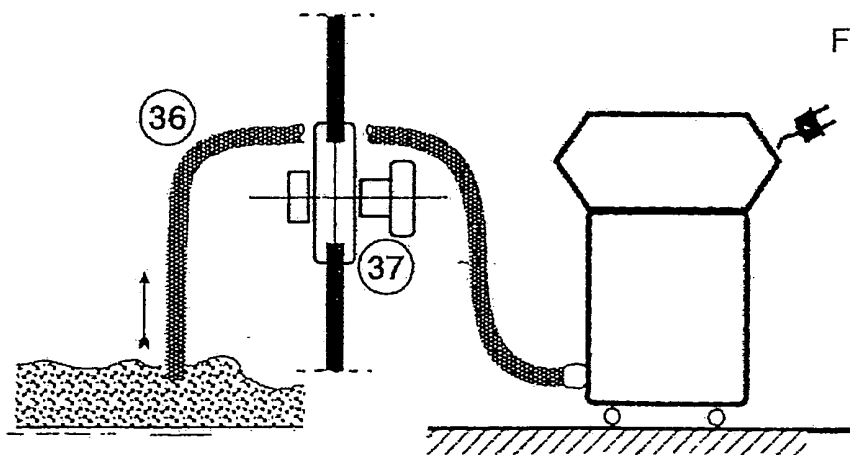


Fig. 2b



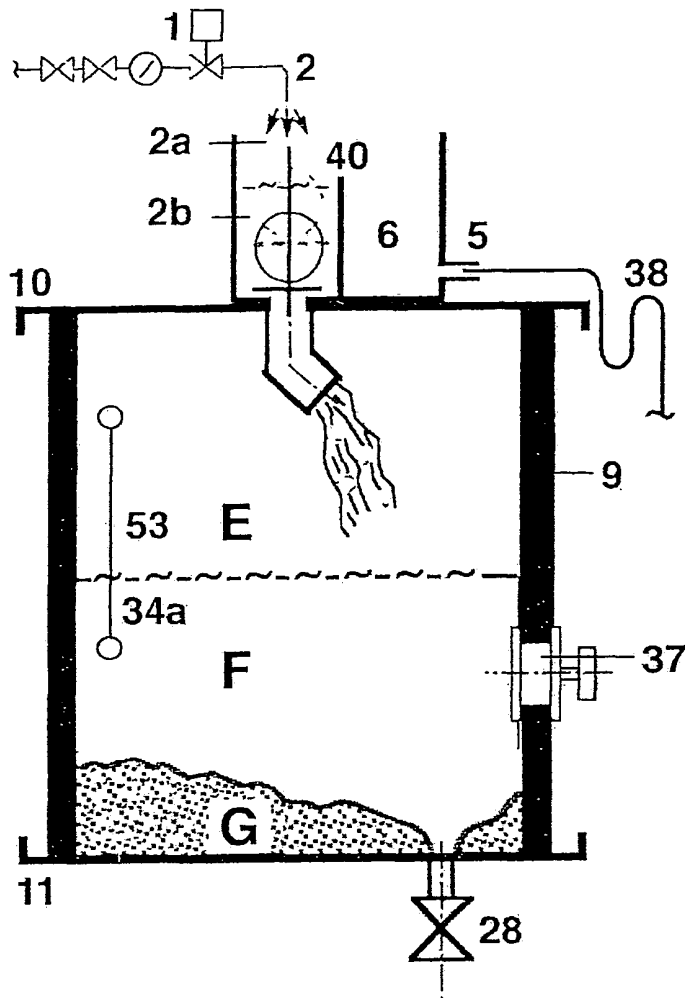


Fig. 3

Fig. 4

