

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

711 756 A2

(19)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(51) Int. Cl.: **F16K** 31/12 (2006.01)
A61H 33/02 (2006.01)
A47K 3/00 (2006.01)

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 01414/16

(22) Anmeldedatum: 21.10.2016

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.05.2017

(30) Priorität: 04.11.2015
DE 10 2015 118 938.0

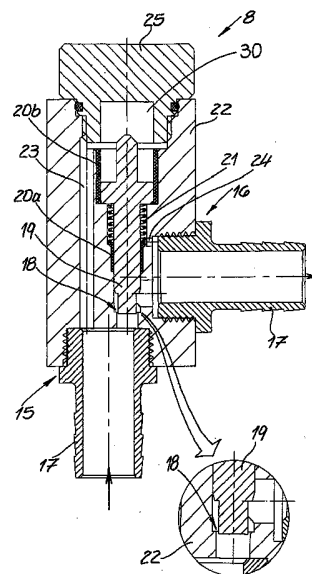
(71) Anmelder:
Franz Kaldewei GmbH & Co. KG,
Beckumer Strasse 33-35
59229 Ahlen (DE)

(72) Erfinder:
Die Erfinder haben auf Nennung verzichtet

(74) Vertreter:
Keller & Partner Patentanwälte AG, Eigerstrasse 2
Postfach
3000 Bern 14 (CH)

(54) **Fluidventil sowie Wasserführungssystem mit einem solchen Fluidventil.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Fluidventil, insbesondere für ein Sanitärleitungssystem mit einem einen Fluideingang (15) und einen Fluidausgang (16) aufweisenden Gehäuse (22), einem in dem Gehäuse (22) geführten Ventilstößel (19) und einem druckgesteuerten Verstellmechanismus für den Ventilstößel (19), wobei der Verstellmechanismus dazu eingerichtet ist, einerseits den Ventilstößel (19) in eine einen Strömungsquerschnitt verringernde Drosselstellung zu bewegen, wenn eine Druckdifferenz zwischen dem Fluideingang (15) und dem Fluidausgang (16) einen vorgegebenen Wert übersteigt und andererseits den Ventilstößel (19) bei einem Wegfall der Druckdifferenz in eine Öffnungsposition zu bewegen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Fluidventil, welches insbesondere für ein Sanitärleitungssystem vorgesehen ist. Fluidventile weisen üblicherweise ein Gehäuse mit einem Fluideingang und einem Fluidausgang auf, wobei ein Ventilstößel längsbeweglich in dem Gehäuse geführt ist.

[0002] Fluidventile werden in der Praxis eingesetzt, um einen Strömungsquerschnitt und damit einen Fluiddurchtritt zu variieren.

[0003] Die vorliegende Erfindung bezieht sich konkret auf ein Fluidventil, welches in einer Drosselposition einen verringerten Strömungsquerschnitt aufweist, so dass bei einem Zuströmen von Flüssigkeit an dem Fluideingang ein Druckabfall zwischen dem Fluideingang und dem Fluidausgang resultiert. Dadurch liegt eine Druckdifferenz zwischen dem Fluideingang und dem Fluidausgang vor und die Menge der durch das Fluidventil strömenden Flüssigkeit wird begrenzt.

[0004] Im Rahmen der Erfindung bezeichnet die Druckdifferenz zwischen dem Fluideingang und dem Fluidausgang folglich einen höheren Druck an dem Fluideingang als an dem Fluidausgang.

[0005] Das Fluidventil kann als Bestandteil eines Sanitärleitungssystems zur Erzeugung von Blasen vorgesehen sein. Es wird dann beispielsweise ein Badewasserführungssystem bereitgestellt, welches eine Fluidpumpe, eine mit einer Zuströmdrossel versehene Luftzufuhrleitung, welche an einer Wasserzulaufleitung mündet, die an die Druckseite der Fluidpumpe angeschlossen ist und ein an eine Druckseite der Fluidpumpe angeschlossen Fluidventil aufweist, wobei das Fluidventil bei der beschriebenen Anordnung als Druckentspannungsventil dient.

[0006] Die von dem Badewasserführungssystem erzeugten Mikroblasen sind sehr fein und erinnern in ihrer Struktur an eine Art Nebel oder einen sehr feinen Schaum. Auf der Haut eines Benutzers ergibt sich eine vitalisierende Wirkung, wobei auch ein besonders sanftes, angenehmes Prickeln wahrgenommen werden kann.

[0007] Die Funktionsweise des Badewasserführungssystems beruht darauf, dass unter der Beaufschlagung mit Druck Umgebungsluft oder ein anderes Gas in dem Badewasser gelöst wird, wobei sich nachfolgend durch eine Entspannung kleinste Mikroblasen in dem Luft-Wasser-Gemisch bilden können.

[0008] Ein entsprechendes Badewasserführungssystem mit den eingangs beschriebenen Merkmalen ist aus der JP 2008-290 050 A bekannt. Bei dem bekannten Badewasserführungssystem wird Badewasser aus einem gefüllten Wannenkörper durch eine Fluidpumpe abgesaugt und vor der Fluidpumpe mit Umgebungsluft vermischt. Das Luft-Wasser-Gemisch wird durch die Fluidpumpe mit einem Überdruck beaufschlagt, wodurch sich ein Teil der Umgebungsluft in dem Badewasser löst.

[0009] Das Gemisch wird dann zu einem Fluidberuhigungsraum geleitet, in dem überschüssige Umgebungsluft in Form von in dem Gemisch verbleibenden grossen Blasen abgeschieden werden kann. Durch die Trennung der Flüssigphase von der Gasphase wird erreicht, dass in dem aus dem Fluidberuhigungsraum abgezogene Badewasser Umgebungsluft ausschliesslich in gelöster Form vorhanden ist. Das Badewasser mit der darin gelösten Umgebungsluft wird dann zu einer Drosseleinrichtung mit düsenförmigen Engstellen geleitet, wobei durch den Druckabfall an der Drosseleinrichtung die zuvor in dem Badewasser gelöste Umgebungsluft in Form von sehr feinen Blasen, die entsprechend auch als Mikroblasen bezeichnet werden, freigesetzt wird.

[0010] Aus EP 2 226 056 A1, EP 2 226 057 A1 und EP 2 703 071 A2 ist ein Badewasserführungssystem bekannt, bei dem Badewasser mit einer Fluidpumpe gefördert wird, wobei erst nach der Beaufschlagung des Badewassers mit einem Druck mittels der Fluidpumpe ein Gas, insbesondere Umgebungsluft zugegeben wird. Das so gebildete Luft-Wasser-Gemisch wird zur Abtrennung von überschüssiger Umgebungsluft zu einem Fluidberuhigungsraum geleitet.

[0011] Eine ähnliche Anordnung ist in der WO 2007/051 260 A1 beschrieben, wobei das Badewasser mit Ozon angereichert wird.

[0012] Gemäss der DE 20 2011 110 581 U1 wird Badewasser mit CO₂ angereichert, welches in einem entsprechenden Gasbehälter bereitgehalten wird, wobei hinter einer Fluidpumpe ein Ausgleichsbehälter angeordnet ist.

[0013] Bei dem Einsatz des Fluidventils als Druckentspannungsventil in einem Sanitärleitungssystem besteht die Gefahr, dass sich das Fluidventil durch Verunreinigungen zusetzt und durch solche Verschmutzungen in seiner Funktion beeinträchtigt ist. Die Gefahr einer Verschmutzung besteht ähnlich auch bei anderen Anwendungsfällen.

[0014] Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Fluidventil anzugeben, welches sich durch eine hohe Betriebssicherheit und einen geringen Wartungsbedarf auszeichnet. Des Weiteren soll ein Wasserführungssystem angegeben werden, welches das Fluidventil als Druckentspannungsventil aufweist.

[0015] Gegenstand der Erfindung und Lösung der Aufgabe sind ein Fluidventil gemäss Patentanspruch 1 sowie ein Wasserführungssystem gemäss Patentanspruch 12.

[0016] Gegenstand der Erfindung ist folglich ein Fluidventil, insbesondere für ein Sanitärleitungssystem, mit einem einen Fluideingang und einen Fluidausgang aufweisenden Gehäuse, einem in dem Gehäuse geführten Ventilstößel und einem druckgesteuerten Verstellmechanismus für den Ventilstößel, wobei der Verstellmechanismus dazu eingerichtet ist, einerseits den Ventilstößel in eine einem Strömungsquerschnitt verringernde Drosselstellung zu bewegen, wenn eine Druck-

differenz zwischen dem Fluideingang und dem Fluidausgang einen vorgegebenen Wert übersteigt und andererseits den Ventilstössel bei einem Wegfall der Druckdifferenz in eine Öffnungsposition zu bewegen.

[0017] Der in dem Gehäuse längsbeweglich geführte Ventilstössel kann die Drosselstellung und die Öffnungsposition selbsttätig einnehmen, wobei der druckgesteuerte Verstellmechanismus ohne Motoren, Aktuatoren oder dergleichen auskommt und die Bewegung des Ventilstössels zwischen der Drosselstellung und der Öffnungsposition allein durch eine geeignete Anordnung und Geometrie des Ventilstössels sowie des Verstellmechanismus bewirkt werden kann.

[0018] Durch die vorliegende Erfindung wird erreicht, dass der Ventilstössel bei einer vorgegebenen Druckdifferenz, also einem Überdruck an dem Fluideingang in der den Strömungsquerschnitt verringernden Drosselposition ist, so dass dann die geometrischen Verhältnisse genau vorbestimmt sind und beispielsweise durch die Druckdifferenz über dem Fluidventil feine Gasblasen gebildet werden können, wenn in dem zugeführten Fluid das entsprechende Gas zunächst unter Druck gelöst ist.

[0019] Dabei ist zu beachten, dass bei einem Wegfall der Druckdifferenz der Ventilstössel durch den Verstellmechanismus selbsttätig in die Öffnungsposition überführt wird, wodurch dann ein grösserer Strömungsquerschnitt freigegeben wird und zuvor abgelagerte Verschmutzungen freigegeben werden können. Wenn dann erneut Flüssigkeit dem Fluideingang zugeführt wird, ist zu beachten, dass die Druckdifferenz zwischen dem Fluideingang und dem Fluidausgang aufgrund des grossen Strömungsquerschnittes in der Öffnungsposition des Ventilstössels vergleichsweise gering ist, wobei diese Druckdifferenz jedoch ausreichend ist, um durch den Verstellmechanismus den Ventilstössel druckgesteuert in die Drosselstellung zu überführen. Die Druckdifferenz nimmt dann weiter zu, wodurch sich bezogen auf den jeweiligen Anwendungsfall ein Arbeitsdruck ergibt.

[0020] Der Verstellmechanismus kann vor diesem Hintergrund derart ausgestaltet sein, dass der Ventilstössel bei einer Druckdifferenz zwischen 0,5 bar und 3 bar die Drosselstellung einnimmt.

[0021] Der Verstellmechanismus wird gemäss einer bevorzugten Ausgestaltung durch eine geeignete Geometrie des Gehäuses sowie des Ventilstössels bereitgestellt.

[0022] So ist gemäss einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass der Ventilstössel eine erste in Richtung des Fluideingangs weisende Stirnfläche und eine zweite, an einen in dem Gehäuse ausgebildeten Druckraum anschliessende Stirnfläche aufweist, wobei der Druckraum über einen Bypass an den Fluideingang angeschlossen ist und wobei die zweite Stirnfläche grösser ist als die erste Stirnfläche.

[0023] Durch die beschriebene Ausgestaltung kann erreicht werden, dass durch ein Überdruck an dem Fluideingang der Ventilstössel unter Berücksichtigung des Flächenverhältnisses der beiden Stirnflächen in die Drosselposition bewegt wird. Vorzugsweise erfolgt dabei eine längsbewegliche Verstellung des Ventilstössels in Richtung des Fluideingangs.

[0024] Durch den Bypass wird erreicht, dass in dem Druckraum der gleiche oder etwa der gleiche Druck wie an dem Fluideingang vorliegt. Der Bypass kann dabei sowohl durch das Gehäuse als auch durch den Ventilstössel verlaufen. Wenn der Bypass durch den Ventilstössel verläuft, werden sowohl die erste Stirnfläche als auch die zweite Stirnfläche entsprechend verringert.

[0025] Gemäss einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist ein sich an einem mittleren Abschnitt des Ventilstössels in dem Gehäuse erstreckender Ausgleichsraum über eine Verbindung an den Fluidausgang angeschlossen.

[0026] Durch eine solche Verbindung nach Art einer Entlüftung wird erreicht, dass der Ventilstössel sich in dem Gehäuse frei bewegen kann.

[0027] Der Ventilstössel kann durch Gleitbuchsen und/oder Dichtringe in dem Gehäuse geführt und auch abgedichtet sein. Eine entsprechende Abdichtung ist vorzugsweise an zumindest einer Seite des Ausgleichsraumes vorgesehen.

[0028] Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Ventilstössel leicht beweglich sein soll und eine vollständige Abdichtung nicht notwendig ist. Die Dichtringe und/oder Gleitbuchsen können deshalb so gewählt werden, dass geringe Leckageströme in Kauf genommen werden. Hinsichtlich einer guten Beweglichkeit des Ventilstössels sind Dichtungsringe mit einer elastischen Dichtlippe (Lippendichtungen) von Vorteil.

[0029] Erfindungsgemäss wird erreicht, dass bei einem Wegfall der Druckdifferenz, beispielsweise wenn der Zulauf von Fluid unterbrochen wird, das Fluidventil die Drosselstellung und damit die eigentliche Arbeitsposition selbsttätig verlässt und in eine Öffnungsposition übergeht, wodurch Verschmutzungen aus dem zuvor verengten Ventilsplatt entfernt, d.h. gespült werden können. Grundsätzlich können der Ventilstössel und das Gehäuse auch so aufeinander abgestimmt sein, dass Verschmutzungen von dem Ventilstössel abgestreift werden.

[0030] Trotz der beschriebenen selbsttätigen Reinigung kann es für eine Wartung von Vorteil sein, wenn das Gehäuse geöffnet werden kann. Zu diesem Zweck kann das Gehäuse einen lösbaren Verschluss, beispielsweise in Form eines Stopfens oder einer Kappe aufweisen, wobei der Ventilstössel durch diesen Verschluss zugänglich ist. Der Verschluss ist vorzugsweise verschraubt und kann beispielsweise an den Druckraum anschliessen. Um den Ventilstössel warten zu können, sind jedoch auch andere Ausgestaltungen wie beispielsweise ein zweigeteiltes Gehäuse denkbar.

[0031] Wie zuvor beschrieben, bewirkt ein Überdruck an der Eingangsseite durch den druckgesteuerten Verstellmechanismus, dass der Ventilstössel in die Drosselstellung überführt wird, wodurch der Überdruck noch weiter zunimmt. Um bei

einem Wegfall der Druckdifferenz den Ventilstößel wieder in die Öffnungsposition zu bewegen, kann beispielsweise eine Druckfeder vorgesehen sein, welche den Ventilstößel in die Öffnungsposition drängt. Bei der Druckfeder handelt es sich vorzugsweise um eine einfache Schraubenfeder.

[0032] Gegenstand der Erfindung ist auch ein Wasserführungssystem, insbesondere ein Badewasserführungssystem zur Erzeugung von Blasen mit einer Fluidpumpe, einer mit einer Zuströmdrossel versehenen Luftzuführleitung, welche an einer Wasserzulaufleitung mündet, die an die Saugseite der Fluidpumpe angeschlossen ist und mit dem zuvor beschriebenen Fluidventil, welches an einer Druckseite der Fluidpumpe angeschlossen ist und als Druckentspannungsventil vorgesehen ist.

[0033] Dabei kann vorgesehen sein, dass das Fluidventil als Druckentspannungsventil ohne eine Zwischenschaltung eines für die Abtrennung von Blasen vorgesehenen Fluidberuhigungsraumes vorzugsweise mit einer Verbindungsleitung unmittelbar an einen Ausgang der Fluidpumpe angeschlossen ist.

[0034] Im Rahmen einer solchen Ausgestaltung wird auf einen gemäss dem Stand der Technik stets vorgesehenen Fluidberuhigungsraum verzichtet, wobei durch das Druckentspannungsventil einerseits und die Zuströmdrossel, insbesondere das Zuströmventil für die angesaugte Umgebungsluft andererseits die Druck-, Strömungs- und Mengenverhältnisse von Badewasser und Umgebungsluft so eingestellt werden können, dass sich auf der Druckseite die angesaugte Umgebungsluft vollständig oder zumindest in einem sehr grossen Teil in dem Badewasser lösen kann, so dass vor dem Druckentspannungsventil keine oder keine wesentliche Menge an ungelöster Umgebungsluft verbleibt und somit die Bildung kleiner Blasen, die auch als Mikroblasen bezeichnet werden können, nicht oder zumindest nicht wesentlich beeinträchtigt wird.

[0035] Im Rahmen der Erfindung sollen besonders geringe Betriebsgeräusche ermöglicht werden, um das Wohlbefinden eines Benutzers nicht zu beeinträchtigen. Auch vor diesem Hintergrund ist der Verzicht auf den Fluidberuhigungsraum von Vorteil, weil dieser bei den bekannten Ausgestaltungen als eine Art Resonator für die Verstärkung von Geräuschen dienen kann. Des Weiteren führt das Abscheiden grösserer Blasen in einem Fluidberuhigungsraum gemäss dem Stand der Technik durch das Aufplatzen einzelner Blasen zu erhöhten Betriebsgeräuschen, die je nach Ausgestaltung auch als eine Art blubbern wahrgenommen werden können. Hinzu kommt, dass an den Übergängen des Fluidberuhigungsraumes Querschnittsänderungen auftreten, welche auch zu Strömungsgeräuschen führen können.

[0036] Hinsichtlich der Geräuschentwicklung werden vorzugsweise auch für die Verrohrung Kunststoffschläuche und Rohre eingesetzt, welche im Vergleich zu metallischen Leitungen eine geringe Geräuschübertragung aufweisen.

[0037] Das Badewasserführungssystem ist vorzugsweise für die Zirkulierung von Badewasser vorgesehen, welches zuvor aus einem Wannenkörper der Badewanne abgezogen wurde. Darüber hinaus kann das Badewasserführungssystem zusätzlich oder alternativ auch mit Frischwasser oder zumindest einem Anteil von Frischwasser betrieben werden, wobei gegebenenfalls auch eine Mischung bzw. eine Umschaltung von zirkuliertem Badewasser und Frischwasser erfolgen kann.

[0038] Im Rahmen der beschriebenen bevorzugten Ausgestaltung wird auf einen Fluidberuhigungsraum verzichtet, so dass die bevorzugt vorgesehene Verbindungsleitung zwischen dem Ausgang der Fluidpumpe und dem Druckentspannungsventil gemäss einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung einen gleichbleibenden, d.h. über seine Länge konstanten Querschnitt aufweist. Bei der Verbindungsleitung kann es sich beispielsweise um ein einfaches Rohr oder einen Schlauch handeln.

[0039] Um innerhalb der Verbindungsleitung sicherzustellen, dass sich die Umgebungsluft in ausreichender Masse in dem geförderten Badewasser lösen kann, ist eine ausreichende Länge der Verbindungsleitung vorzusehen. Vorzugsweise beträgt die Länge der Verbindungsleitung zwischen dem Ausgang der Fluidpumpe und dem Druckentspannungsventil mehr als 100 mm, besonders bevorzugt mehr als 300 mm, beispielsweise zwischen 350 mm und 500 mm.

[0040] Grundsätzlich gilt, dass sich bei einer Verlängerung der Verbindungsleitung eine bessere Vermischung und ein höherer Grad der Sättigung von Umgebungsluft in dem Badewasser ergeben.

[0041] Das Druckentspannungsventil ist notwendig, um einerseits gegen die Fluidpumpe einen Staudruck aufzubauen, um die Umgebungsluft in dem Badewasser lösen zu können.

[0042] Die Parameter des Druckentspannungsventils und der Fluidpumpe sind vorzugsweise so aufeinander abgestimmt, dass sich bei dem Betrieb des Badewasserführungssystems zur Erzeugung von Mikroblasen in der Verbindungsleitung gegenüber dem Umgebungsdruck der Badewanne ein Überdruck von beispielsweise 2,5 bar bis 7 bar, vorzugsweise zwischen 3,5 bar und 5 bar ergibt. Mit zunehmendem Überdruck nimmt auch die Menge an Umgebungsluft zu, die in dem Badewasser gelöst werden kann. Andererseits soll das Badewasserführungssystem auch bei einer möglichst einfachen Ausgestaltung sicher betrieben werden, weshalb noch höhere Drücke von Nachteil sein können.

[0043] Zusätzlich ist der Druckabfall über das Druckentspannungsventil ursächlich für die Bildung der Mikroblasen dadurch, dass mit Abnahme des Drucks in dem Badewasser schlagartig die Löslichkeit von Umgebungsluft abnimmt und so die Mikroblasen entstehen. Um möglichst viele sehr kleine Blasen bilden zu können, ist ein abrupter Druckabfall von Vorteil.

[0044] Neben dem reinen Druckabfall können auch die Querschnittsänderungen an dem Druckentspannungsventil zu einer Ausbildung von Mikroblasen nach Art von Kavitäten führen. Optimale Betriebseigenschaften können im Rahmen der Erfindung leicht durch orientierende Versuche gefunden werden, selbst wenn für eine bestimmte Anordnung die zu einer Blasenbildung führenden Effekte nicht im Einzelnen quantifiziert und unterschieden werden.

[0045] Hinter dem Druckentspannungsventil besteht grundsätzlich die Gefahr, dass die erzeugten kleinen Blasen (Mikroblasen) sich untereinander verbinden und somit grössere Blasen bilden, die weniger den gewünschten weichen Perleffekt bei einem Benutzer auslösen können. Vor diesem Hintergrund kann eine zu lange Wegstrecke zwischen dem Druckentspannungsventil und einem Fluideinlass des Wannenkörpers von Nachteil sein.

[0046] Überraschenderweise kann die Bildung und Stabilität von Mikroblasen auch durch übliche Badezusätze wie beispielsweise Badeöl, Badesalz, Alkohol, Seife oder dergleichen verbessert werden, weil solche Zusatzstoffe eine Koaleszenz der Mikroblasen, also die Verbindung der Mikroblasen zu grösseren Blasen hemmen können. Es wird auch angenommen, dass durch die Reduzierung der Oberflächenspannung aufgrund der genannten Badezusätze noch kleinere und für einen Benutzer noch angenehmere Bläschen gebildet werden können.

[0047] Wie bereits zuvor erläutert, sollen gemäss der vorliegenden Erfindung die Durchflussmengen von Badewasser und Umgebungsluft sowie die Strömungs- und Druckverhältnisse der Fluide bzw. Fluidgemische so eingestellt werden, dass sich ohne einen zusätzlichen Fluidberuhigungsraum eine vollständige oder zumindest weitgehende Lösung der Umgebungsluft in dem Badewasser unter Druckbeaufschlagung ergibt. Die Menge an angesaugter Umgebungsluft wird durch den (statischen und dynamischen) Unterdruck an der Saugseite der Fluidpumpe sowie das Zuströmventil bestimmt. Vorzugsweise handelt es sich dabei um ein einstellbares Ventil, insbesondere ein einstellbares Nadeldosierventil, mit dem eine Feineinstellung möglich ist. Grundsätzlich kommt jedoch auch ein anderes Ventil oder eine feste Blende in Betracht.

[0048] Da das Badewasserführungssystem aus Komponenten besteht, die aufeinander abgestimmt sind, kann eine geeignete Stellung eines solchen einstellbaren Ventils ab Werk vorgegeben sein, wobei dann bei Bedarf während der Installation oder einer Wartung davon ausgehend eine Justierung bzw. Korrektur möglich ist.

[0049] Das Badewasserführungssystem kann so ausgestaltet und angeordnet sein, dass das einstellbare Zuströmventil unmittelbar oder auch nach der Entfernung einer Abdeckung, Revisionsklappe oder dergleichen zugänglich ist. Grundsätzlich kann auch eine Fernverstellung durch einen Bowdenzug oder andere mechanische Kupplungen vorgesehen sein. Schliesslich ist auch eine elektronische Steuerung möglich, wozu an dem einstellbaren Zuströmventil entsprechende Aktuatoren oder Stellmittel vorzusehen sind.

[0050] Wie bereits zuvor beschrieben, bewirkt das Druckentspannungsventil bei einer bestimmten Durchflussmenge einen Rückstau und damit auch den notwendigen Druckabfall, wobei sich das Druckentspannungsventil bei der Erzeugung von Mikroblasen in einer den Querschnitt stark verringernenden Drosselposition befindet. Vorzugsweise kann auch diese Drosselposition entweder an dem Druckentspannungsventil zu Einrichtungs- und Wartungszwecken oder auch über einen Fernverstellmechanismus verändert werden.

[0051] Grundsätzlich können das Druckentspannungsventil und das Zuströmventil bei einer Einrichtung so eingestellt werden, dass sich auch bei unterschiedlichen Betriebsparametern wie beispielsweise einer variierenden Wassertemperatur stabile und vorteilhafte Betriebsparameter ergeben. Die Betriebsstellung des Zuströmventils sowie des Druckentspannungsventils werden dann nur zu Wartungszwecken verändert.

[0052] Eine solche Ausgestaltung des Badewasserführungssystems ist aus praktischer Sicht und im Hinblick auf die Gesamtkosten von Vorteil und in der Regel auch vollkommen ausreichend, um die Bedürfnisse eines Benutzers zu befriedigen.

[0053] Bei dem Betrieb des Badewasserführungssystems zur Erzeugung von Blasen befindet sich ein solches Druckentspannungsventil in der Drosselstellung. Wenn dagegen die Fluidpumpe abgestellt wird und der von der Fluidpumpe aufgebaute Druck einen vorgegebenen Grenzwert unterschreitet, geht das Druckentspannungsventil in eine Öffnungsposition über, wodurch ein grösserer Strömungsquerschnitt freigegeben wird.

[0054] Sowohl durch das nachlaufende Badewasser als auch bei der erneuten Inbetriebnahme des Badewasserführungssystems vor dem Schliessen des Druckentspannungsventils können Verunreinigungen aus dem dann geöffneten Spalt entfernt werden.

[0055] Im Rahmen der Erfindung ist vorzugsweise eine Kreispumpe als Fluidpumpe vorgesehen. Die Fluidpumpe ist so auszuwählen, dass bei möglichst geringen Kosten und einer geringen Geräuscentwicklung eine gute Durchmischung von abgesaugtem Badewasser und angesaugter Umgebungsluft erreicht wird.

[0056] Gegenstand der Erfindung ist auch eine Sanitärwanne, insbesondere eine Badewanne mit einem Wannenkörper und dem zuvor beschriebenen Wasserführungssystem. Bei der Sanitärwanne kann es sich beispielsweise auch um eine Sitzwanne, Fusswanne, ein Waschbecken oder dergleichen handeln. Die Saugseite der Fluidpumpe ist dabei an eine Ablauf- oder Ansaugöffnung des Wannenkörpers angeschlossen, wobei der Ausgang der Fluidpumpe über die Verbindungsleitung und das Druckentspannungsventil und vorzugsweise eine an das Druckentspannungsventil anschliessende Auslassleitung an einen Fluidauslass des Wannenkörpers angeschlossen ist. Wenn die Saugseite der Fluidpumpe an eine Ablauföffnung des Wannenkörpers angeschlossen ist, ergibt sich eine integrierte Ausgestaltung mit einem Abfluss. Das Badewasser kann aber auch separat durch eine Ansaugöffnung abgezogen werden, welche sich wie eine Ablauföffnung an dem Boden oder auch einer Seitenwand des Wannenkörpers befindet.

[0057] Der Fluidauslass kann sich insbesondere an einer Seitenwand oder am Boden des Wannenkörpers befinden. Auch der Fluidauslass kann grundsätzlich mit einem Zu- oder Ablauf kombiniert werden. Des Weiteren ist auch eine Kombination mit einem weiteren Funktionselement, beispielsweise einer Whirl-Düse oder einer Beleuchtung möglich.

[0058] Schliesslich betrifft die Erfindung auch ein Verfahren zum Betrieb des zuvor beschriebenen Badewasserführungssystems an einem Wannenkörper. Dabei wird auf der Saugseite der Fluidpumpe Badewasser aus dem gefüllten Wannenkörper abgesaugt, wobei auf der Saugseite der Fluidpumpe in dem abgesaugten Badewasser gegenüber dem Umgebungsdruck ein Unterdruck erzeugt wird, so dass über die mit dem Zuströmventil versehene Luftzuführung Umgebungsluft angesaugt wird. Die Ansaugung kann sowohl durch einen dynamischen Unterdruck nach dem Venturi-Prinzip als auch durch einen statischen Unterdruck an der Saugseite erzeugt werden, wobei selbstverständlich beide Effekte miteinander kombiniert werden können.

[0059] Mit der Fluidpumpe wird das Gemisch aus abgesaugtem Badewasser und angesaugter Umgebungsluft gefördert und unter Druck gesetzt, wobei sich unter der Beaufschlagung durch Druck die Umgebungsluft zumindest teilweise in dem Badewasser löst. Das Badewasser mit der darin zumindest teilweise gelösten Umgebungsluft wird dann an dem Druckentspannungsventil entspannt, wodurch sich ein Gemisch aus Badewasser und Blasen, insbesondere sehr feinen Blasen bildet. Schliesslich wird das Gemisch aus Badewasser und Blasen in den Wannenkörper abgegeben.

[0060] Der Volumenstrom des geförderten Badewassers liegt vorzugsweise zwischen 10 l/min (Liter pro Minute) und 20 l/min, wobei – bezogen auf das Volumen unter Umgebungsdruck – der Volumenstrom der Umgebungsluft zwischen 0,5 l/min und 2 l/min liegt, so dass sich für das abgesaugte Badewasser und die angesaugte Umgebungsluft ein Volumenverhältnis zwischen 10:2 und 40:1, vorzugsweise etwa 10:1 ergibt.

[0061] Das Gemisch aus abgesaugtem Badewasser und angesaugter Umgebungsluft wird von der Fluidpumpe im Vergleich zu dem Umgebungsdruck mit einem Überdruck zwischen vorzugsweise 2,5 bar bis 7 bar und besonders bevorzugt zwischen 3,5 bar und 5 bar beaufschlagt.

[0062] Wie bereits zuvor erläutert, weist das in dem beschriebenen Ausführungsbeispiel als Druckentspannungsventil vorgesehene Fluidventil gemäss einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung einen druckgesteuerten Verstellmechanismus auf, um eine Drosselposition oder eine Öffnungsposition einzunehmen. Entsprechend ist gemäss einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens vorgesehen, dass das Druckentspannungsventil nach einem Abschalten der Fluidpumpe und entsprechend einem Wegfall des Überdrucks selbsttätig von einer Drosselposition in eine Öffnungsposition übergeht und einen vergrösserten Strömungsquerschnitt freigibt. Bereits dabei kann durch ein Nachlaufen des abgesaugten Badewassers durch das Druckentspannungsventil eine Reinigung erfolgen.

[0063] Des Weiteren können bei einem Einschalten der Fluidpumpe Verschmutzungen aus dem sich in der Öffnungsposition befindenden Druckentspannungsventil ausgespült werden, bevor das Druckentspannungsventil selbsttätig durch eine entsprechende Drucksteuerung von der Öffnungsposition in die Drosselposition übergeht.

[0064] Die Erfindung wird im Folgenden anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Badewanne mit einem Wannenkörper und einem Badewasserführungssystem,
- Fig. 2 die Anordnung gemäss der Fig. 1, wobei ein Wannenkörper, eine Stützstruktur und weitere Anbauteile weggelassen sind,
- Fig. 3 eine Prinzipskizze des Badewasserführungssystems,
- Fig. 4 einen Druckverlauf in dem Badewasserführungssystem,
- Fig. 5A ein Druckentspannungsventil in einer Drosselposition,
- Fig. 5B das Druckentspannungsventil gemäss der Fig. 5A in einer Öffnungsposition,
- Fig. 6A, 7A alternative Ausgestaltungen des Druckentspannungsventils in der Drosselposition,
- Fig. 6B, 7B eine alternative Ausgestaltung des Druckentspannungsventils in einer Öffnungsposition.

[0065] Die Fig. 1 zeigt eine Badewanne, welche einen Wannenkörper 1 und ein Badewasserführungssystem 2 aufweist, mit dem Badewasser aus dem Wannenkörper 1 in einem Kreislauf geführt und mit kleinen Blasen versehen werden kann, um bei einem Benutzer das Wohlempfinden zu erhöhen und eine positive Beeinflussung der Haut eines Benutzers zu erreichen.

[0066] Die Fig. 2 zeigt aus einem anderen Blickwinkel die Anordnung gemäss der Fig. 1, wobei jedoch der Wannenkörper 1, eine Stützstruktur 3 und weitere Anbauteile weggelassen sind.

[0067] Aus einer vergleichenden Betrachtung der Fig. 1 und 2 ist ersichtlich, dass mit einer Fluidpumpe 4 in Form einer Kreispumpe Badewasser von einem Bodenablauf 5 aus dem Wannenkörper 1 abgezogen wird, wobei die Fluidpumpe 4 einen Unterdruck erzeugt. An die Saugseite der Fluidpumpe 4 ist eine Luftzuführleitung 6 angeschlossen, die ein Zuströmventil 7 aufweist.

[0068] Gemäss dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und 2 ist das Zuströmventil 7 unterhalb eines oberen Randes des Wannenkörpers 1 angeordnet. Bei dem Zuströmventil 7 handelt es sich vorzugsweise um ein Nadeldosierventil, welches eine genaue Dosierung von angesaugter Umgebungsluft ermöglicht. Vorzugsweise kann das Zuströmventil 7 direkt per Hand oder mit einem Werkzeug verstellt werden, wozu das Zuströmventil 7 entweder durch eine Revisionsklappe oder unter einer Abdeckung zugänglich ist oder auch frei zugänglich angeordnet werden kann. Bei einer freien Zugänglichkeit kann das Zuströmventil beispielsweise an einem oberen Abschnitt des Wannenkörpers 1 (z.B. Aussenrand oder obere Spiegelfläche) angeordnet sein. Grundsätzlich ist aber auch eine mechanische oder elektronische Fernverstellung möglich, wobei dann das Luftzuströmventil 7 auch an einer unzugänglichen Stelle angeordnet werden kann.

[0069] Der von der Fluidpumpe 4 erzeugte Unterdruck ist so gross, dass nicht nur Badewasser aus dem Wannenkörper 1 abgesaugt, sondern auch Umgebungsluft durch die Luftzuführleitung 6 und das Zuströmventil 7 angesaugt wird. An der Saugseite der Fluidpumpe 4 bildet sich also ein Gemisch von abgesaugtem Badewasser und angesaugter Umgebungsluft. Vorzugsweise wird das Badewasserführungssystem 2 so betrieben, dass der Volumenstrom des Badewassers zwischen 10 l/min und 20 l/min beträgt, wobei der Volumenstrom der Umgebungsluft – bezogen auf das Volumen bei Umgebungsdruck – zwischen 1 l/min und 2 l/min beträgt.

[0070] Das Gemisch von Badewasser und Umgebungsluft wird von der Fluidpumpe 4 gefördert und entsprechend an einem Ausgang der Fluidpumpe 4 mit einem Überdruck versehen.

[0071] Zum Aufbau des Überdrucks dient ein als Druckentspannungsventil 8 vorgesehenes Fluidventil, welches mit einer Verbindungsleitung 9 ohne die Zwischenschaltung eines für die Abtrennung von Blasen vorgesehenen Fluidberuhigungsraum 5 an den Ausgang der Fluidpumpe 4 angeschlossen ist.

[0072] Das Druckentspannungsventil 8 dient einerseits dazu, das an der Fluidpumpe 4 geförderte und aus Badewasser und Umgebungsluft bestehende Medium in einem gewissen Masse zurückzuhalten und somit mit einem vorgegebenen Überdruck zu beaufschlagen. Durch den Überdruck in der Verbindungsleitung 9 und die innige Vermischung des Badewassers mit der Umgebungsluft in der Fluidpumpe 4 kann sich in der Verbindungsleitung 9 die Umgebungsluft in dem Badewasser lösen. Der Überdruck kann beispielsweise im Vergleich zu dem Umgebungsdruck 2,5 bis 7 bar, insbesondere 3,5 bis 5 bar und besonders bevorzugt 4 bis 4,5 bar betragen.

[0073] Die Druck- und Strömungsverhältnisse sowie die Volumenströme von Badewasser und Umgebungsluft sind so gewählt, dass sich die Umgebungsluft zu einem sehr grossen Teil oder vorzugsweise vollständig bzw. nahezu vollständig in dem Badewasser lösen kann, so dass keine oder nur sehr wenig Luftblasen zu dem Druckentspannungsventil 8 gelangen können.

[0074] Um eine innige und möglichst vollständige Vermischung und Lösung zu erreichen, weist die Verbindungsleitung 9 in Form eines Rohres oder eines Schlauches bevorzugt eine Länge von mehr als 100 mm, besonders bevorzugt von mehr als 300 mm auf. Grundsätzlich gilt, dass eine zunehmende Länge für eine möglichst vollständige Lösung von Vorteil ist.

[0075] An dem Druckentspannungsventil 8 erfolgt ein schlagartiger Druckabfall, wodurch entsprechend die Löslichkeit von Umgebungsluft in dem Badewasser abnimmt und feinste Blasen gebildet werden. Das in dem Druckentspannungsventil 8 gebildete Gemisch aus Badewasser und feinsten Bläschen wird über eine an das Druckentspannungsventil 8 anschliessende Auslassleitung 10 zu einem Fluideinlass 11 des Wannenkörpers 1 geleitet, der sich in dem Ausführungsbeispiel an einer Seitenwand des Wannenkörpers 1 befindet.

[0076] An dem Fluideinlass 11 tritt dann das Gemisch aus Badewasser und feinsten Bläschen aus und verteilt sich innerhalb des Wannenkörpers 1, der über das Niveau des Fluideinlasses 11 mit Badewasser gefüllt ist.

[0077] Die besonders feinen Bläschen werden von einem Benutzer als angenehm und vitalisierend empfunden. Durch die Vielzahl kleinster Bläschen wird das Badewasser milchig eingetrübt, wobei in dem Ausführungsbeispiel gemäss der Fig. 1 gegenüberliegend des Fluidauslasses 11 eine Beleuchtung 12 vorgesehen ist und das von der Beleuchtung 12 ausgehende Licht von den feinsten Bläschen gleichmässig gestreut wird, wodurch ein besonders harmonischer Farbeindruck bewirkt wird, wobei die Lichtbrechung an den Bläschen auch die milchige Eintrübung bewirkt.

[0078] Die Fig. 3 zeigt das Badewasserführungssystem in einer rein schematischen Darstellung.

[0079] Demnach wird das Badewasser aus dem Wannenkörper 1 abgezogen, wobei entweder durch den Querschnitt einer den Bodenablauf 5 mit der Fluidpumpe 4 verbindenden Wasserzulaufleitung 13 oder eine zusätzliche Blende 14 in der Wasserzulaufleitung 13 eine Drosselwirkung erzielt wird, so dass sich in der Wasserzulaufleitung 13 gegenüber dem Umgebungsdruck ein Unterdruck ergibt, wobei entsprechend Umgebungsluft durch die Luftzuführleitung 6 und das Zuströmventil 7 angesaugt wird. In den Fig. 1 und 2 ist unterhalb der Wasserzulaufleitung 13 eine Rücklaufleitung für die Restwasserentleerung der Fluidpumpe 4 dargestellt.

[0080] Der Druckverlauf in den verschiedenen Bereichen ist in der Fig. 4 rein schematisch angedeutet.

[0081] Innerhalb des Wannenkörpers 1 ergibt sich durch die dortige Wassersäule ein erster Druck I, der leicht oberhalb des Umgebungsdrucks liegt.

[0082] In der Wasserzulaufleitung 13 stellt sich dann durch das Saugen der Fluidpumpe 4 ein Unterdruck II von beispielsweise $-0,1$ bar gegenüber dem Umgebungsdruck ein, so dass Luft angesaugt wird.

[0083] Das Gemisch aus Umgebungsluft und Badewasser wird dann durch die Fluidpumpe 4 in Kombination mit dem nachgelagerten Druckentspannungsventil 8 mit einem Überdruck III beaufschlagt, der beispielsweise zwischen 4 und 4,5 bar betragen kann. Bei dem Überdruck III kann sich die Umgebungsluft innerhalb der Verbindungsleitung 9 in dem Badewasser lösen, wobei erfindungsgemäss durch eine geeignete Abstimmung der zusammenwirkenden Komponenten auf einen separaten Fluidberuhigungsraum zur Abtrennung von überschüssiger Umgebungsluft verzichtet wird.

[0084] An dem Druckentspannungsventil 8 erfolgt ein schlagartiger Druckabfall unter Ausbildung feinsten Mikrobblasen, wobei der Druck nach dem Druckentspannungsventil 8 in etwa dem Druck innerhalb des Wannenkörpers 1 entspricht. In der rein schematischen Darstellung der Fig. 4 sind aus Gründen der Einfachheit Druckunterschiede durch die unterschiedliche Höhe der Wassersäule an dem Bodenablauf 5 und dem Fluideinlass 11 nicht berücksichtigt.

[0085] Die Fig. 5A zeigt eine bevorzugte Ausgestaltung des in dem Ausführungsbeispiel als Druckentspannungsventil 8 ausgeführten Fluidventils, welches sowohl an einem Fluideingang 15 als auch an einem Fluidausgang 16 eine Schlauchtülle 17 aufweist. Die Fig. 5A zeigt das Druckentspannungsventil 8 in einer Drosselstellung, bei der lediglich ein kleiner Ringspalt 18 von einem Ventilstößel 19 freigegeben ist. Der Ventilstößel 19 ist in Gleitbuchsen 20a, 20b längsbeweglich geführt und mit einer Druckfeder 21 beaufschlagt, welche den Ventilstößel 19 innerhalb eines Gehäuses 22 des Druckentspannungsventils 8 in eine Öffnungsposition drängt.

[0086] Damit der Ventilstößel 19 gegen die Kraft der Druckfeder 21 in die Drosselstellung gemäss der Fig. 5A gelangen kann, weist das Gehäuse 22 einen Bypass 23 auf, so dass der an dem Fluideingang 15 wirkende Druck in einem Druckraum 30 von oben auf den Ventilstößel 19 wirkt. Der Ventilstößel 19 weist zwischen den Gleitbuchsen 20a, 20b eine gestufte Form auf, so dass bei einem Überdruck an dem Eingang 15 der Ventilstößel 19 in die Drosselposition gebracht wird.

[0087] An einem mittleren Abschnitt des Ventilstößels 19 erstreckt sich in dem Gehäuse 22 ein Ausgleichsraum 31, der über eine Verbindung nach Art einer Entlüftungsöffnung 24 an den Fluidausgang 16 angeschlossen ist.

[0088] Der Ventilstößel ist durch einen lösbaren Verschluss 25 zu Wartungs- und Reinigungszwecken zugänglich, wobei der als Stopfen ausgeführte lösbare Verschluss 25 durch eine Verschraubung befestigt ist.

[0089] Wenn an dem Fluideingang 15 durch ein Abschalten der Fluidpumpe 4 der Überdruck wegfällt, wird der Ventilstößel 19 von der Kraft der Druckfeder 21 in eine in Fig. 5B dargestellte Öffnungsposition bewegt, wodurch innerhalb des Druckentspannungsventils 8 ein grösserer Strömungsquerschnitt 26 freigegeben wird. Zuvor an dem Ringspalt 18 zurückgehaltene Verschmutzungen können so abgeführt werden. Grundsätzlich kann in einer Abwandlung der dargestellten Ausführungsform der Ventilstößel 19 auch so geformt sein, dass sich bei seiner Bewegung in die Öffnungsposition durch Zusammenwirken mit einer zugeordneten Gleitbuchse 20a und dem Gehäuse 22 eine Art Abstreiffunktion ergibt.

[0090] An dem Ringspalt 18 zunächst zurückbleibende Verschmutzungen können beispielsweise bei einem Nachlaufen von Badewasser nach einem Öffnen des Druckentspannungsventils 8 oder bei einer Inbetriebnahme des Badewasserführungssystems abgeführt werden, bevor der Ventilstößel 19 druckgesteuert die Drosselposition einnimmt.

[0091] Die Fig. 6A und 6B bzw. 7A und 7B zeigen alternative Ausgestaltungen des Druckentspannungsventils 8 in der Drosselposition sowie in der Öffnungsposition.

[0092] Gemäss der Fig. 6A und 6B sind als Abwandlung gegenüber dem zuvor beschriebenen Druckentspannungsventil 8 anstelle von Gleitbuchsen 20a, 20b Dichtringe 27a, 27b vorgesehen, welche jeweils in eine Nut des Ventilstößels 19 eingesetzt sind. Die Gleitbuchsen 20a, 20b oder Dichtringe 27a, 27b sind zweckmässigerweise so gewählt, dass der Ventilstößel 19 leicht beweglich ist, wobei geringe Leckageströme ohne weiteres hingenommen werden können.

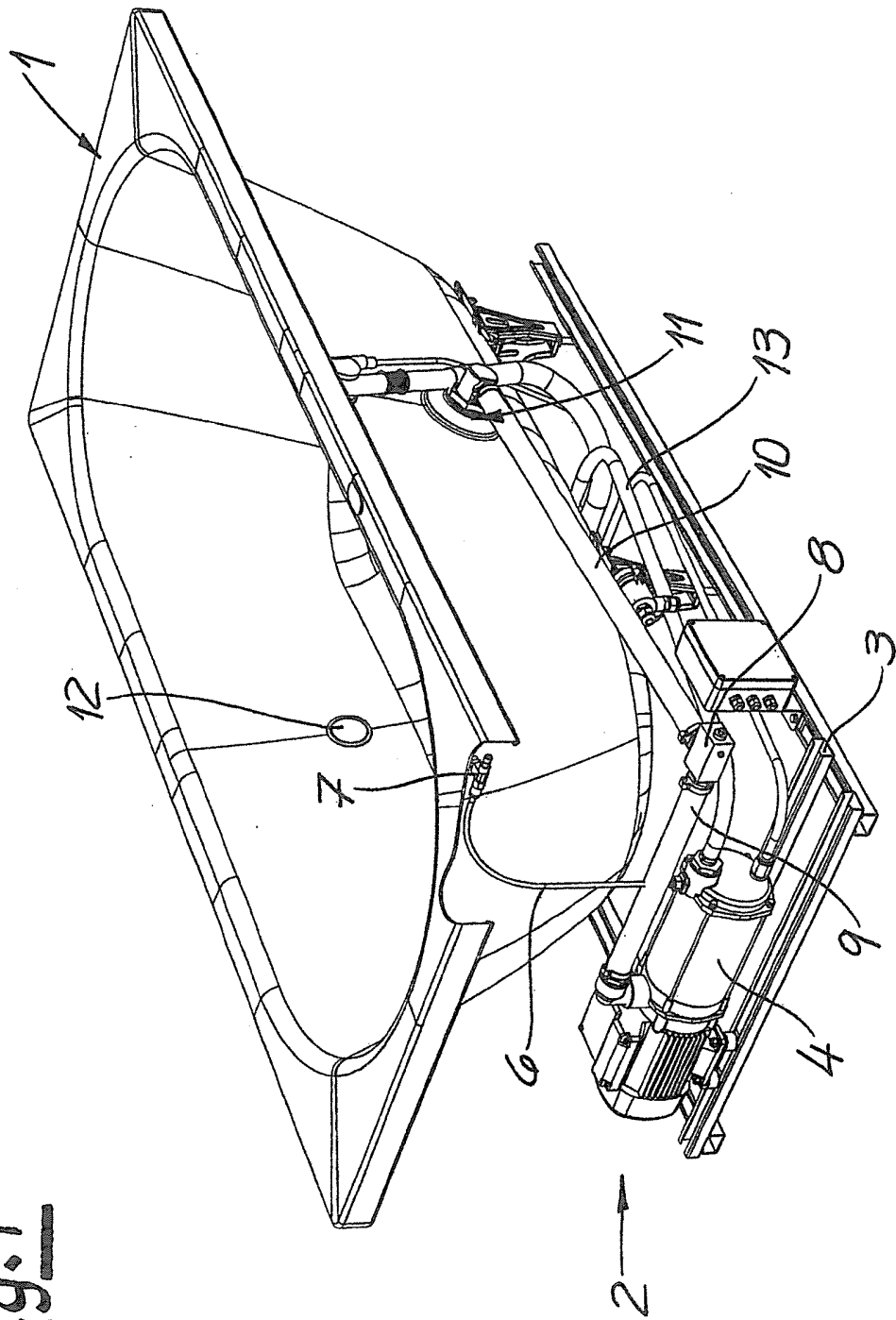
[0093] Gemäss der Fig. 7A und 7B ergibt sich als Variante, dass der Bypass 23 nicht im Gehäuse 22, sondern in dem Ventilstößel 19 gebildet ist, wobei sich im gleichen Masse die zuvor beschriebene selbsttätige Reinigungswirkung ergibt.

Patentansprüche

1. Fluidventil, insbesondere für ein Sanitärleitungssystem mit einem einen Fluideingang (15) und einen Fluidausgang (16) aufweisenden Gehäuse (22), einem in dem Gehäuse (22) geführten Ventilstößel (19) und einem druckgesteuerten Verstellmechanismus für den Ventilstößel (19), wobei der Verstellmechanismus dazu eingerichtet ist, einerseits den Ventilstößel (19) in eine einen Strömungsquerschnitt verringernde Drosselstellung zu bewegen, wenn eine Druckdifferenz zwischen dem Fluideingang (15) und dem Fluidausgang (16) einen vorgegebenen Wert übersteigt und andererseits den Ventilstößel (19) bei einem Wegfall der Druckdifferenz in eine Öffnungsposition zu bewegen.
2. Fluidventil nach Anspruch 1, wobei der Ventilstößel (19) eine erste in Richtung des Fluideingangs (15) weisende Stirnfläche und eine zweite, an einen in dem Gehäuse (22) ausgebildeten Druckraum (30) anschliessende Stirnfläche aufweist, wobei der Druckraum (30) über einen Bypass (23) an den Fluideingang (15) angeschlossen ist und wobei die zweite Stirnfläche grösser als die erste Stirnfläche ist.

3. Fluidventil nach Anspruch 2, wobei der Bypass (23) durch das Gehäuse (22) verläuft.
4. Fluidventil nach Anspruch 2, wobei der Bypass (23) durch den Ventilstößel (19) verläuft.
5. Fluidventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei ein sich an einem mittleren Abschnitt des Ventilstößels (19) in dem Gehäuse (22) erstreckender Ausgleichsraum (31) über eine Verbindung an den Fluidausgang (16) angeschlossen ist.
6. Fluidventil nach Anspruch 5, wobei der Ventilstößel (19) an zumindest einer Seite des Ausgleichsraums (31) gegenüber dem Gehäuse (22) abgedichtet ist.
7. Fluidventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Ventilstößel (19) durch Gleitbuchsen (20a, 20b) und/oder Dichtringe (27a, 27b) in dem Gehäuse geführt ist.
8. Fluidventil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Gehäuse (22) einen lösbaren Verschluss (25) aufweist, durch den der Ventilstößel (19) zugänglich ist.
9. Fluidventil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Verstellmechanismus eine den Ventilstößel (19) in die Öffnungsposition drängende Druckfeder (21) aufweist.
10. Fluidventil nach Anspruch 9, wobei die Druckfeder (21) als Schraubenfeder ausgestaltet ist.
11. Fluidventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der Verstellmechanismus derart ausgestaltet ist, dass der Ventilstößel (19) bei einer Druckdifferenz zwischen 0,5 bar und 3 bar die Drosselstellung einnimmt.
12. Wasserführungssystem, insbesondere Baderwasserführungssystem zur Erzeugung von Blasen mit einer Fluidpumpe (4), einer mit einer Zuströmdrossel versehenen Luftzuführleitung (6), welche an einer Wasserzulaufleitung (13) mündet, die an die Saugseite der Fluidpumpe (4) angeschlossen ist und mit einem an einer Druckseite der Fluidpumpe (4) angeschlossenen Fluidventil nach einem der Ansprüche 1 bis 11 als Druckentspannungsventil (8).

Fig. 1



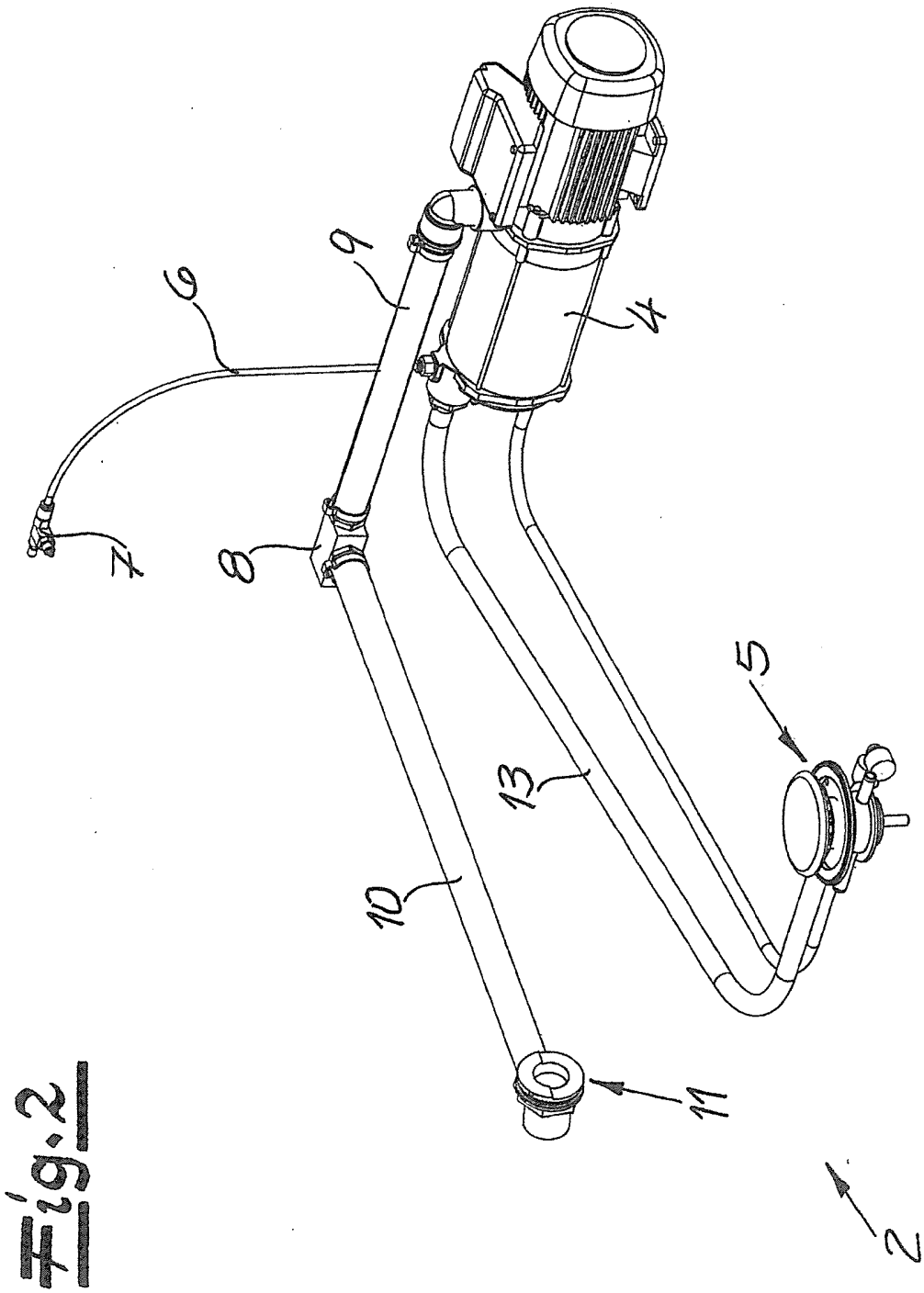


Fig. 2

Fig. 3

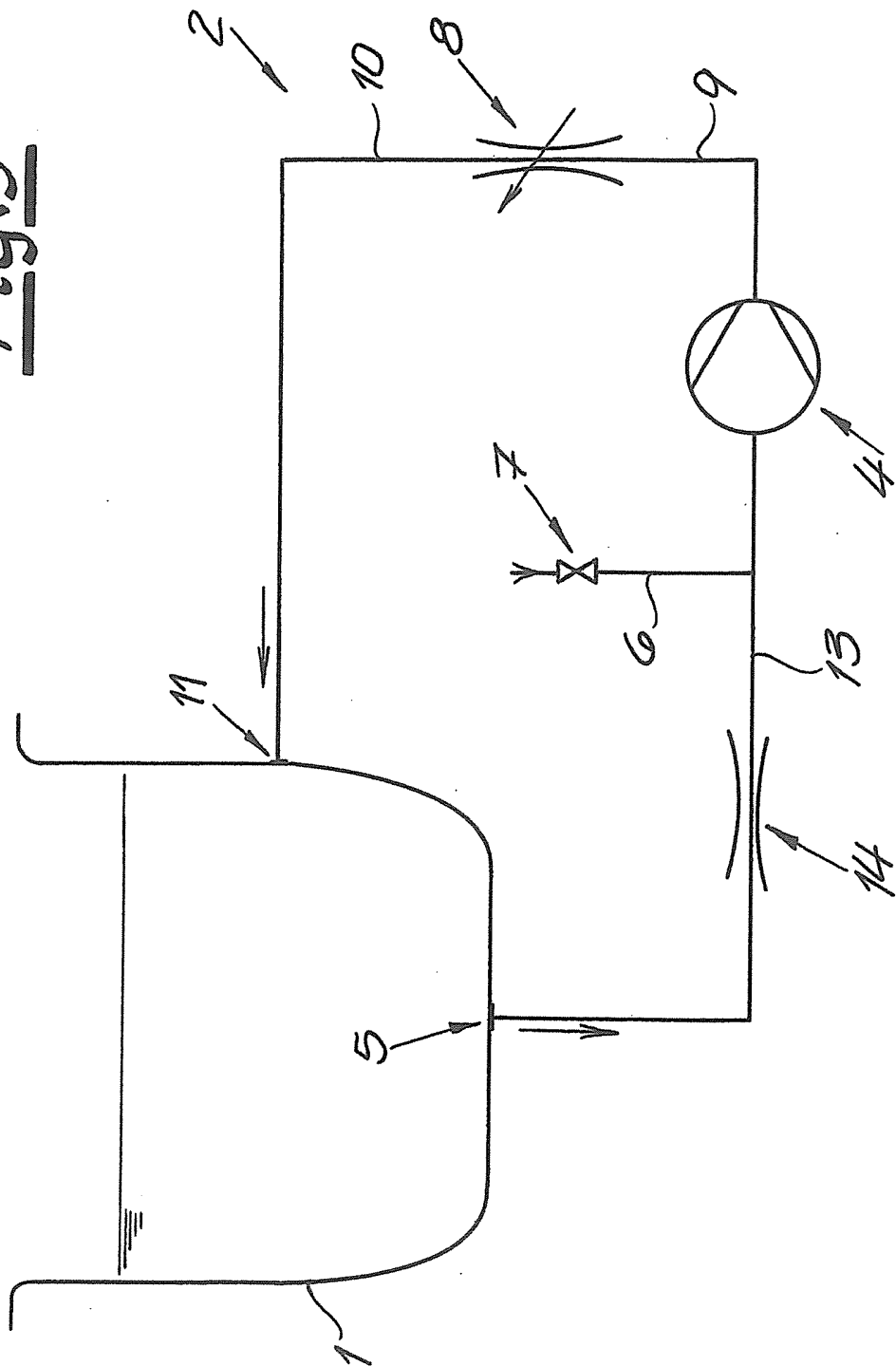


Fig. 4

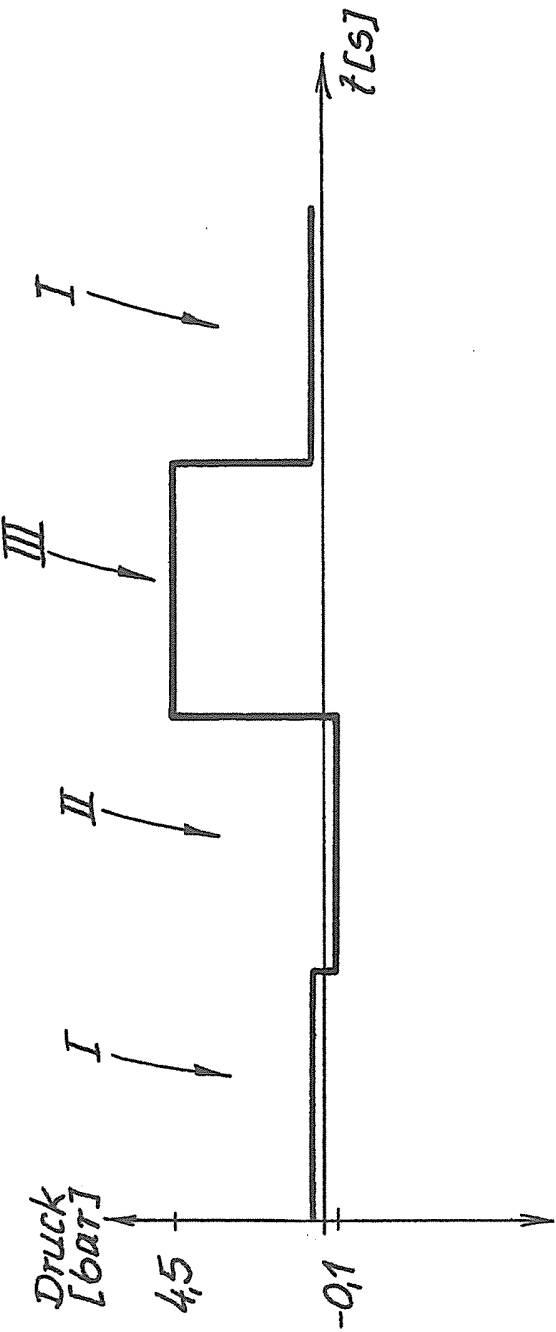


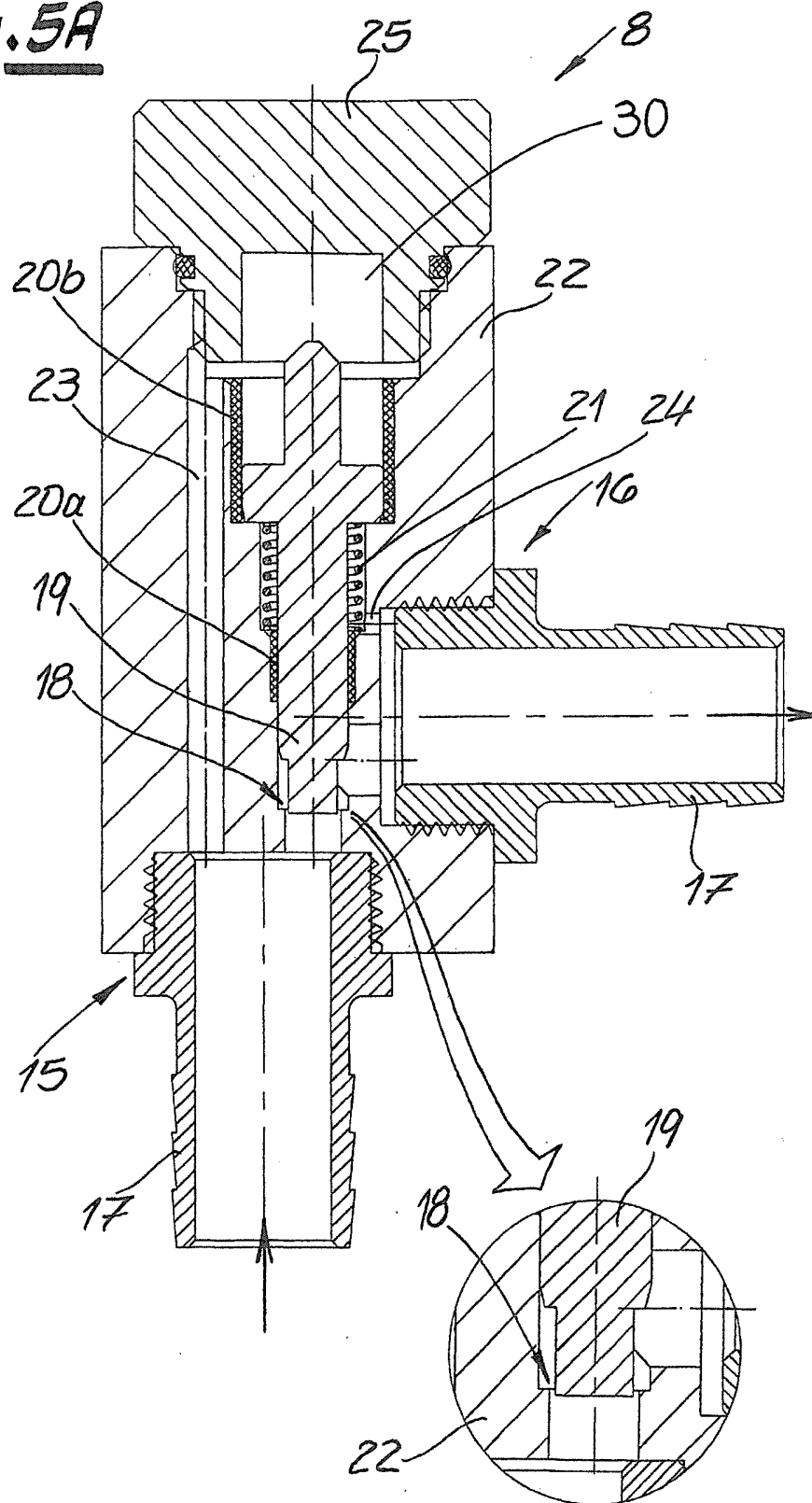
Fig. 5A

Fig. 5B

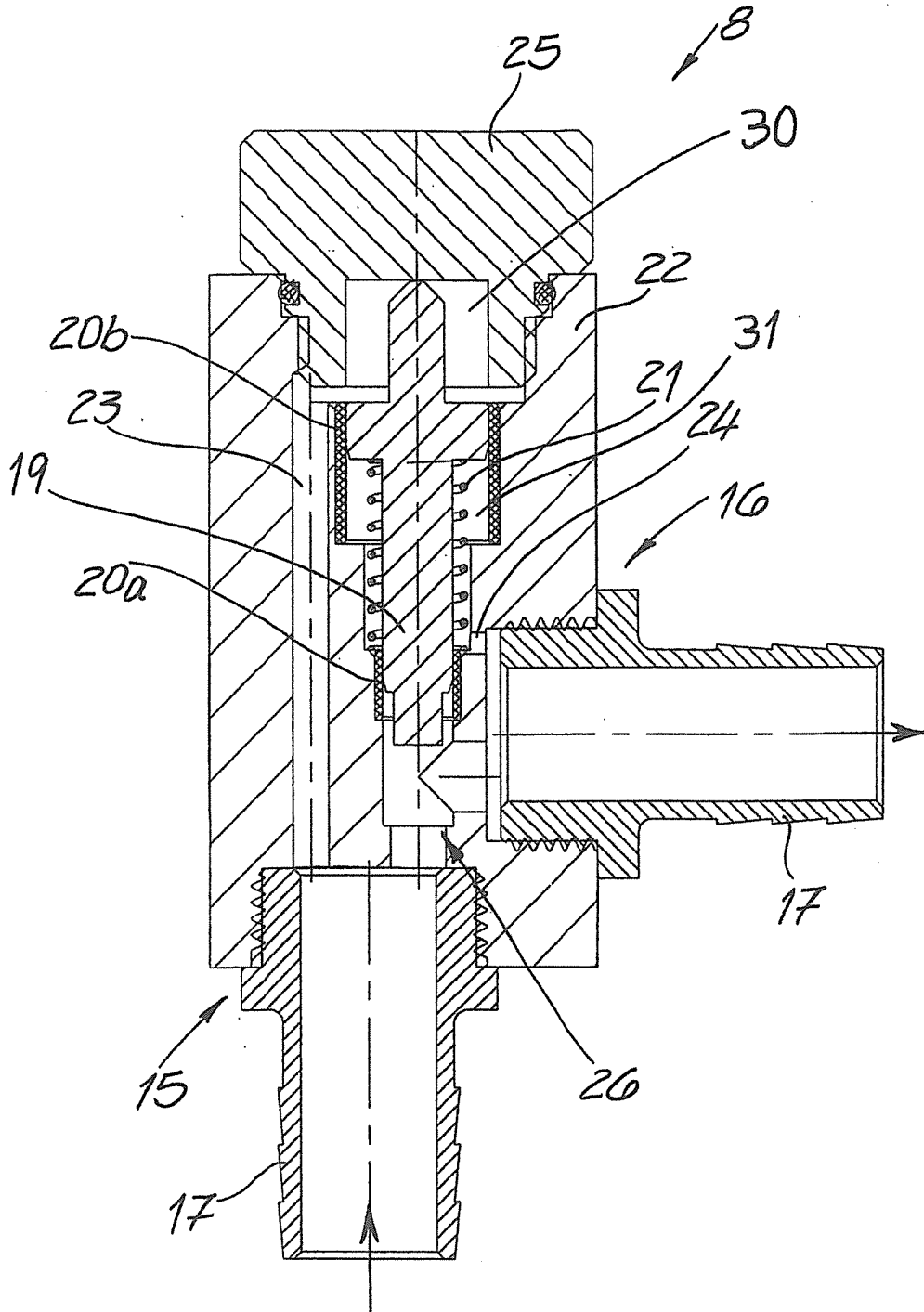


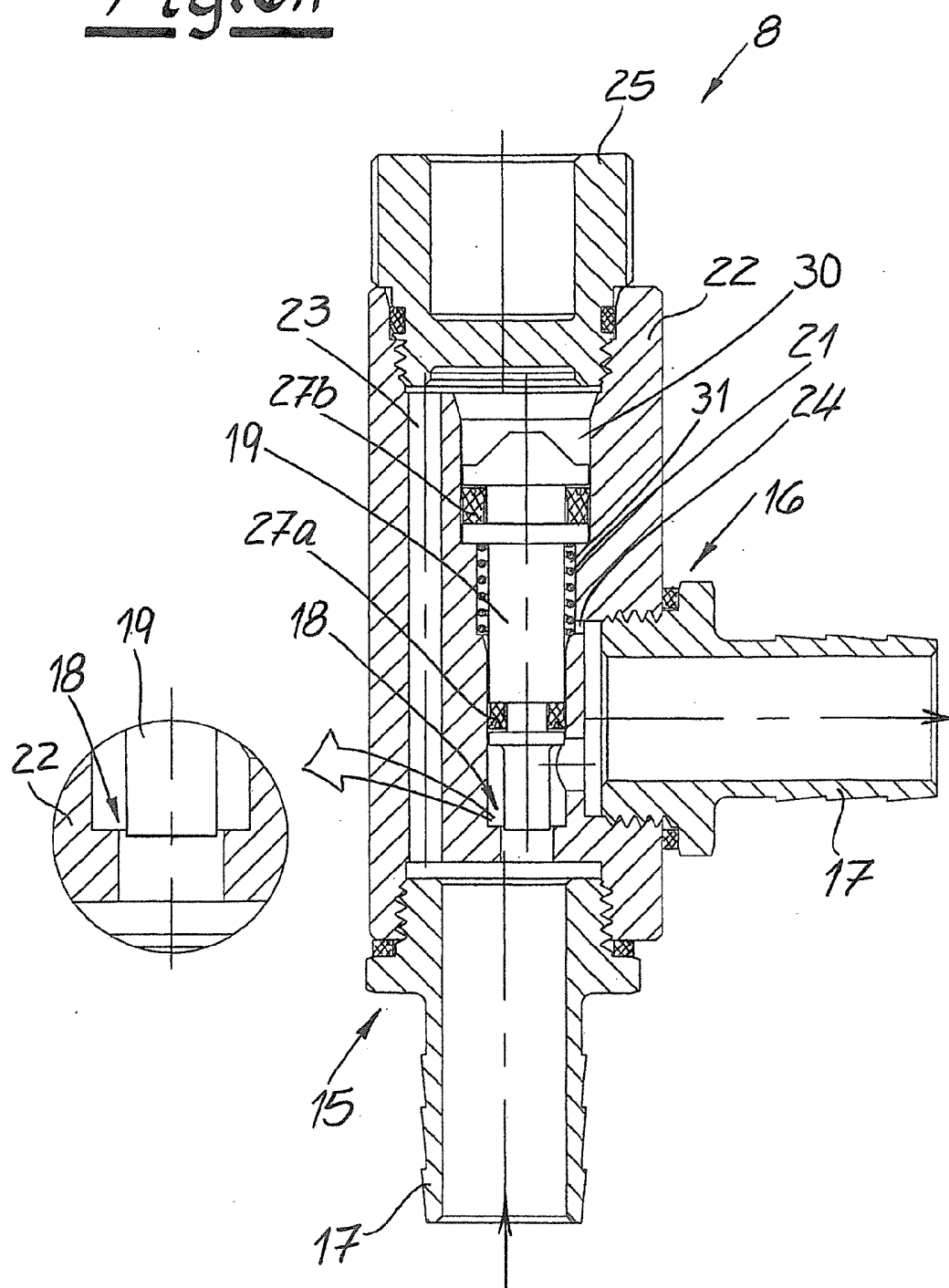
Fig. 6A

Fig. 6B

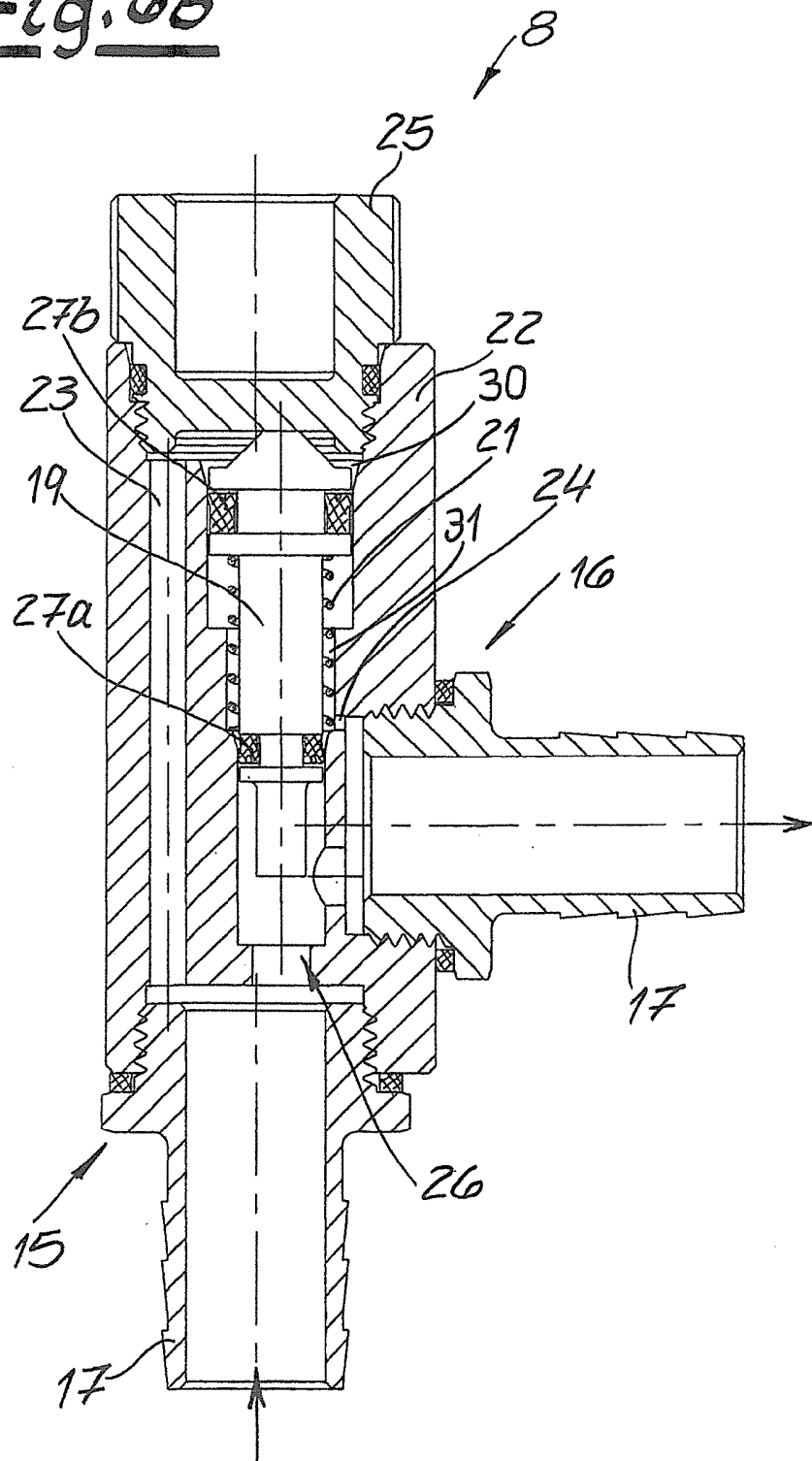


Fig. 7A

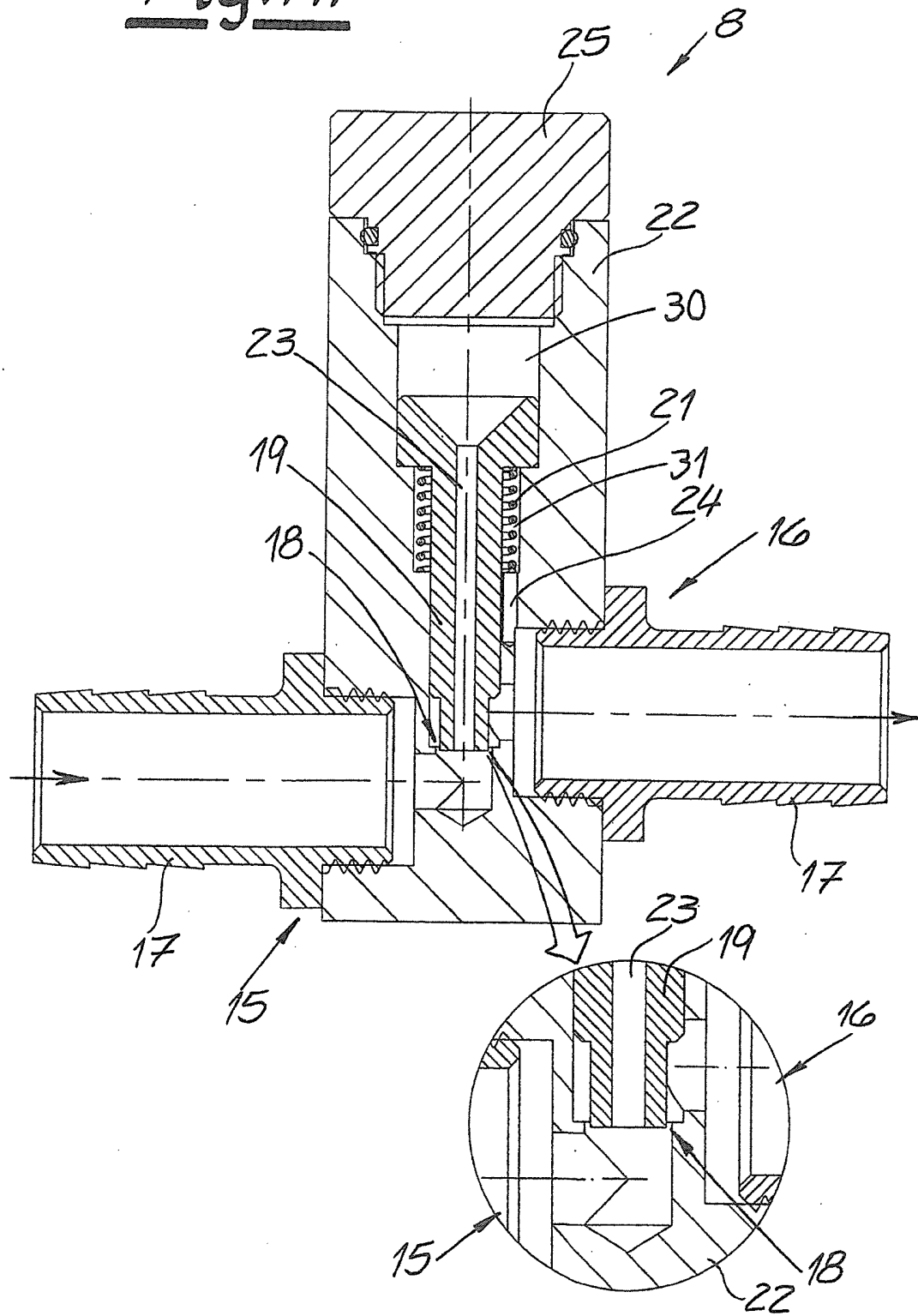


Fig. 7B

