



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum

(11) CH 706 402 B1

(51) Int. Cl.: F04F 7/02 (2006.01)
F16L 55/05 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 00737/13

(22) Anmeldedatum: 09.04.2013

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.10.2013

(30) Priorität: 27.04.2012 CH 00579/12

(24) Patent erteilt: 30.11.2017

(45) Patentschrift veröffentlicht: 30.11.2017

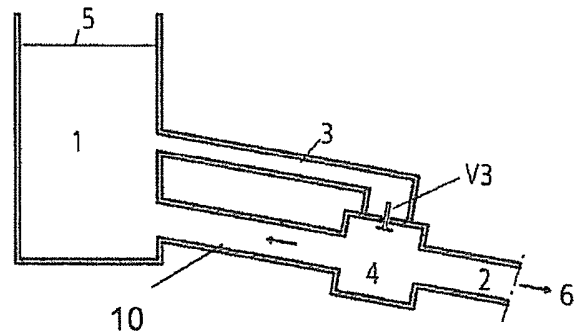
(73) Inhaber:
schlumpf innovations gmbh, Dorfstrasse 10
7324 Vilters (CH)

(72) Erfinder:
Florian Schlumpf, 7324 Vilters (CH)

(74) Vertreter:
Spienburg & Partner AG, Patent- und Markenanwälte,
Mellingerstrasse 12
5443 Niederrohrdorf (CH)

(54) Wasserpumpensystem mit hydraulischem Widder.

(57) Ein Wasserpumpensystem umfasst eine Druckleitung (2, 10), die Wasser von einer Wasserquelle zu einem hydraulischen Widder (9) führt, sowie eine Steigleitung, die Wasser vom hydraulischen Widder (9) zu einem offenen Auslass auf einem höheren Niveau führt. Das Wasserpumpensystem weist gemäss der Erfindung eine Vorrichtung zur Verminderung von Druckstössen in der Druckleitung (2, 10), insbesondere zum Ausgleich von extremen Unterdrücken, auf. Die Vorrichtung weist eine in der Druckleitung (2, 10) angeordnete Druckdämpfungskammer (4) mit einem Einweg-Ventil (V3) auf, das an der Druckdämpfungskammer (4) angeordnet ist und nach innen öffnend ist. Eine zweite Wasserleitung (3) führt von der Wasserquelle zum Einweg-Ventil (V3). Im Fall eines extremen Unterdrucks in der Druckleitung öffnet sich das Einweg-Ventil (V3), sodass Wasser aus der zweiten Leitung (3) nachfliesst und den Unterdruck ausgleicht. Durch die erfindungsgemässe Vorrichtung werden Kavitationschäden an der Druckleitung vermindert.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Wasserpumpensystem mit einem hydraulischen Widder zur Beförderung von Wasser von einem gegebenen Niveau auf ein höher gelegenes Niveau mithilfe einer nach unten gerichteten Triebleitung, einem Stoss- und Förderventil sowie einer Förderleitung. Eine solche Wasserpumpe ist auch unter Druckstosspumpe bekannt.

Stand der Technik

[0002] Hydraulische Widder sind historisch seit deren erstmaligen Erfindung durch die Gebrüder Montgolfier bekannt. Sie dienen der einfachsten Beförderung von Wasser aus einer Quelle oder einem Bach auf ein höher gelegenes Niveau ohne den Einsatz von Fremdenergie. Obwohl schon vor mehr als 200 Jahren erstmals eingesetzt, wird dieses Pumpprinzip noch heute häufig eingesetzt, insbesondere an abgelegenen Orten und Berggebieten sowie in Gebieten mit eingeschränkter oder keiner elektrischer Energieversorgung. Pumpen dieser Art haben sich vielerorts derart bewährt, indem einmal eingesetzte Pumpen über Jahrzehnte hinweg in Betrieb geblieben sind. Während vieler Jahre haben sich deshalb wenige Neuentwicklungen aufgedrängt. In jüngster Zeit jedoch besteht ein erneutes Interesse an Systemen, die ohne Fremdenergie betreibbar sind, weshalb auch diese Pumpsysteme vermehrt eingesetzt werden.

[0003] Das Pumpprinzip basiert auf der Verwendung der kinetischen Energie des Wassers selbst und deren zyklischen Umsetzung in Druckenergie. Das Wasser wird hierzu aus der Wasserquelle oder auch einem Wasser-Reservoir in eine sogenannte nach unten gerichtete Triebleitung geleitet, wobei das Wasser an kinetischer Energie gewinnt. Am Ende der Triebleitung befindet sich eine Kammer mit einem Ausfluss mit Stossventil, das in einen Abfluss führt, sowie einem Förderventil, das in eine weitere Kammer über dem Förderventil, auch Luftkammer genannt, mündet. Eine Förderleitung führt von dieser Kammer zu einem auf dem höheren Niveau liegenden offenen Ausfluss. Indem Wasser aus dem Reservoir durch die Triebleitung und das offene Stossventil fliesst, gewinnt es aufgrund des Gefälles an kinetischer Energie, die zur Beförderung des Wassers in den Tank verwendet wird. Erreicht das Wasser in der Kammer und an deren Ausfluss eine gegebene Geschwindigkeit, schliesst sich das Stossventil, auch Schlagventil genannt, aufgrund des dynamischen Drucks derart schlagartig, dass ein Druckstoss in der Kammer mit dem Stossdruckventil entsteht. Durch den Druckstoss öffnet sich das Förderventil, wobei sich der entstandene Überdruck in der Luftkammer entlädt, indem Wasser durch das Förderventil in die Luftkammer strömt und ein dort vorhandenes Luftpolster komprimiert wird. Die dortige Kammer mit dem Luftpolster dient insbesondere der Druckstossdämpfung in der Förder- oder Steigleitung. Nach Entspannung des Überdrucks im Widdergehäuse schliesst sich das Förderventil wieder. Durch den in der Luftkammer vorhandenen Überdruck wird das dort befindliche Wasser über die Förderleitung auf das höhere Niveau gepumpt. In der Kammer mit dem Stossventil stellt sich nach Schliessung des Förderventils ein Unterdruck ein, sodass sich das Stossventil wieder öffnet und ein neuer Pumpzyklus beginnen kann, indem Wasser aus der Quelle unter Beschleunigung durch die Triebleitung nachfliesst.

[0004] Pumpsysteme dieser Art pumpen typischerweise in Zyklen von 1–2 Sekunden. Sie können theoretisch einen Bruchteil der aus der Quelle fliessenden Wassermenge auf das höhere Niveau fördern, wobei dieser Bruchteil gleich dem Verhältnis des Gefälles zwischen Quelle und Widder und dem Gefälle zwischen dem Tank auf dem höheren Niveau und dem Widder entspricht. Zusätzlich reduziert sich die Fördermenge aufgrund der Leitungsverluste.

Das Pumpsystem durchläuft einen zyklischen Wechsel des Druckes im Gehäuse des Widders und in der Förder- oder Steigleitung. Bei der plötzlichen Schliessung des Stossventils entsteht zudem ein Druckstoss, der auch entlang der Triebleitung aufsteigt. Auch nachdem das Förderventil geschlossen hat, verbleibt noch ein Überdruck in der Triebleitung, und es entstehen dort kurzzeitige Druckschwingungen mit sowohl extremen Über- als auch Unterdrücken, wobei die Wassersäule in der Triebleitung eine Pendelbewegung durchläuft.

In EP 274 374 ist ein Pumpsystem mit hydraulischem Widder der eingangs beschriebenen Art offenbart, das zusätzlich am Widdergehäuse ein Ventil aufweist. Dieses Ventil bezweckt die Vermeidung von Kavitation, die Rohr- und Gehäusewände beschädigen könnte. Solche Ventile, im deutschen Sprachraum oft «Schnüffelventile» genannt, haben sich im Einsatz jedoch aufgrund kurzer Betriebslebensdauer nicht bewährt. Zudem wird mit solchen Ventilen ein Aussetzen der Pumpfunktion riskiert, weil sie den für die Öffnung des Stossventils notwendigen Unterdruck direkt am Widder unterbinden.

Beschreibung der Erfindung

[0005] Es wird ein Wasserpumpensystem gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 offenbart.

Gemäss dem kennzeichnenden Teil der Erfindung weist die Druckleitung eine Vorrichtung auf zum Ausgleich von extremen Unterdrücken, die eine Druckdämpfungskammer mit einer Einlass- und Auslassöffnung und einem Einweg-Ventil umfasst. Die Kammer ist vom Widder beabstandet in der Druckleitung angeordnet, indem ein erster Teil der Druckleitung von der Wasserquelle zur Einlassöffnung der Kammer führt und ein zweiter Teil der Druckleitung von der Auslassöffnung der Kammer zum Widder führt. Das Einweg-Ventil ist in einer Wand der Kammer angeordnet und ist ein nach dem Innenraum der Kammer öffnendes Ventil, das sich bei Unterdruck in der Kammer nach innen öffnen kann.

Im Fall eines kurzzeitigen Unterdrucks während der Druckschwingungen in der Triebleitung öffnet sich das Einweg-Ventil, wodurch Luft oder Wasser in die Kammer angesaugt werden kann und ein extremer Unterdruck ausgeglichen wird.

[0006] Die Erfindung basiert auf der Erkenntnis, dass durch Kavitation verursachte Schäden an der Triebleitung auf extreme Unterdruckwerte während der Druckschwingungen in der Druckleitung zurückzuführen sind, wobei diese extremen

Unterdrücke jeweils auf die in der Triebleitung aufsteigenden Druckstöße folgen. Bei diesen Unterdrücken handelt es sich um Drücke nahe dem Dampfdruck. Im kurzzeitigen Fall solcher Unterdrücke öffnet sich das Einweg-Ventil und gewährt einen Druckausgleich. Die höhenversetzte Positionierung der Einlass- und Auslassöffnung der Kammer bezweckt dabei, dass durch das Ventil eintretende Luft möglichst nur in Richtung Wasserquelle treibt und nicht in Richtung Widder gedrängt wird, sodass eine Störung oder ein Aussetzen des hydraulischen Widders verhindert werden kann.

Die Vorrichtung zur Verminderung von extremen Drücken verhindert Kavitationsschäden in der Triebleitung, womit ihre Betriebslebensdauer erheblich verlängert wird. Reparaturen oder Ersatz der Triebleitung, die womöglich auch ein Freilegen der Leitung erfordern würde, werden damit vermieden.

[0007] In einer Ausführung der Erfindung ist das Einweg-Ventil von Aussenluft umgeben, so dass ein Unterdruck in der Druckleitung durch ein rasches Ansaugen von Luft durch das Ventil ausgeglichen wird.

[0008] In einer Variante dieser Ausführung der Erfindung weist die Kammer im Bereich über der Einlassöffnung der Kammer und unter dem Einweg-Ventil zusätzlich einen mit Luft befüllbaren Raum auf. Im Betrieb der Wasserpumpe ist dieser Raum mit einem Luftvolumen gefüllt, das jedoch von der Druckleitung durch einen Wasserpegel getrennt bleiben kann. Während des Betriebs der Pumpe dient dieses Luftvolumen der Dämpfung sowohl der extremen Unter- als auch Überdrücke.

[0009] Während der Druckschwingungen in der Druckleitung wird die Dämpfung durch das Luftvolumen stets aufrechterhalten. Bei Unterdruck öffnet sich das Einweg-Ventil, wobei Luft in die Druckdämpfungskammer strömt. Bei Überdruck schliesst sich das Ventil und der Wasserpegel steigt, wobei die Luft über dem Pegel komprimiert wird. Der obere Teil der Druckleitung stromaufwärts der Kammer bleibt durch das sich anpassende Luftpolster von extremen Drücken isoliert und Leitungsschäden werden weitgehend vermieden.

Weil der Luftraum in der Kammer durch Wasser von der Druckleitung getrennt ist, gelangt zudem vermindert Luft in die Druckleitung. Die Druckdämpfung in der Leitung funktioniert automatisch, indem das Luftvolumen stets mit Luft von neuem von aussen befüllt wird. Die Vorrichtung zur Dämpfung von extremen Drücken ermöglicht einen Betrieb des Wasserpumpensystems bei höheren Pumpzyklusgeschwindigkeiten, wobei die Belastung pro Zyklus viel schwächer ist und dadurch die Bauteile und Leitungen des Systems länger schadenfrei funktionieren können.

[0010] In einer Ausführung der Erfindung weist das Wasserpumpensystem die Druckdämpfungskammer mit Einweg-Ventil und zusätzlich eine zweite Wasserleitung auf, die von der Wasserquelle zum Einweg-Ventil der Kammer führt. Im Fall eines Unterdrucks öffnet sich das Ventil und lässt Wasser mit statischem Druck in die Druckleitung nachfliessen, was den Unterdruck ausgleicht. Da in dieser Ausführung Wasser zum Druckausgleich verwendet wird, ist das Problem von Luftbläschen in der Druckleitung gering. Insbesondere ist ein schnelles Reagieren des Ventils gewährleistet.

In einer Variante dieser Ausführung führt die zweite Wasserleitung in einen Behälter über der Druckdämpfungskammer mit Einweg-Ventil, wobei am Ausgang der zweiten Wasserleitung ein Ventil angeordnet ist, das mit einem Schwimmer auf der Wasseroberfläche im Behälter verbunden ist. Sinkt der Wasserstand im Behälter aufgrund eines Unterdrucks in der Druckleitung, so sinkt der Schwimmer, das Ventil an der zweiten Wasserleitung öffnet sich und das Wasser kann nachfliessen. Die Variante hat den zusätzlichen Vorteil, dass im Fall von Unterdruck nicht die gesamte Wassersäule in der zweiten Wasserleitung beschleunigt werden muss und ein schnellerer Druckausgleich herbeigeführt werden kann.

In einer weiteren Ausführung weist die Vorrichtung zur Dämpfung von Druck-Extremwerten zusätzlich zur erstgenannten Druckdämpfungs-Kammer mit Einweg-Ventil und der zweiten Wasserleitung eine zweite Kammer mit Einweg-Ventil auf. Diese zweite Kammer erstreckt sich vom Einweg-Ventil der ersten Druckdämpfungskammer weg nach aussen, wobei die zweite Wasserleitung über eine Einlassöffnung in diese zweite Kammer mündet. Die zweite Kammer umfasst insbesondere einen Raum, der sich über dem oberen Rand ihrer Einlassöffnung erstreckt, wobei an deren oberen Seite das zweite Einweg-Ventil angeordnet ist. Wie das erste Einweg-Ventil ist auch das zweite Einweg-Ventil ein bezüglich der zweiten Kammer ein nach innen öffnendes Ventil, wobei es an seiner Aussenseite von der Aussenluft umgeben ist. Während des Betriebs der Pumpe weist diese Kammer im Bereich über ihrer Einlassöffnung ein Luftvolumen auf, das durch einen Wasserpegel von der zweiten Wasserleitung getrennt ist.

[0011] Im Fall eines Unterdrucks in der Druckleitung öffnet sich dort das Einweg-Ventil der ersten Kammer und Wasser fliesst in die Druckleitung, wodurch der Unterdruck sich ausgleicht. Sinkt der Druck im Luftvolumen, öffnet sich gleichzeitig mit dem ersten Ventil auch das zweite Ventil der zweiten Kammer und Luft kann nachgesaugt werden. Sinkt der Druck in der zweiten Kammer, fliesst Wasser aus der zweiten Wasserleitung mit statischem Druck nach. Diese Lösung stellt insbesondere sicher, dass der Unterdruck in der Druckleitung stromaufwärts der Kammer gebrochen wird.

[0012] Die auf Extrem-Unterdrücke zurückzuführenden Schäden an der Triebleitung treten je nach Auslegung und Gefälle des Pumpsystems in verschiedenen Bereichen der Triebleitung auf. Entsprechend kann die erfindungsgemässe Vorrichtung zur Verminderung von Extrem-Drücken an beliebiger Stelle in der Triebleitung angeordnet werden.

[0013] Solche Schäden können beispielsweise vermehrt in der oberen Hälfte oder dem oberen Drittel der Triebleitung auftreten, wo der statische Druck geringer ist und dort sich der Gesamtdruck in der Triebleitung dem kritischen Wert nähert. In solchen Systemen wird vorzugsweise die erfindungsgemässe Vorrichtung in der oberen Hälfte oder im oberen Drittel der Triebleitung angeordnet.

[0014] In einer weiteren Ausführung der Erfindung weist die Vorrichtung zur Verminderung von Druck-Extremwerten in der Druckleitung wiederum eine in der Druckleitung angeordnete Druckdämpfungskammer und ein nach innen öffnendes

Einweg-Ventil auf, wobei das Einweg-Ventil von Aussenluft umgeben ist. Die Kammer weist in dieser Ausführung eine Kolbenkammer mit einem Kolben sowie ein weiteres Einweg-Ventil auf, wobei die Druckdämpfungskammer mit der Kolbenkammer über eine Öffnung verbunden ist und beide Einweg-Ventile an der Kolbenkammer angeordnet sind. Das weitere Einweg-Ventil mündet in eine Leitung, die in die Luftkammer über dem Förderventil des Widders führt und ist ein zu dieser Leitung öffnendes Ventil. Die Vorrichtung stellt sicher, dass sowohl Unterdrücke als auch Überdrücke in der Druckleitung vermindert werden. Die Vorrichtung bewirkt, dass in der Luftkammer des Widders stets genügend Luft vorhanden ist und dadurch dessen Funktion der Druckdämpfung voll gewährleistet ist. Dadurch reduzieren sich auch die Druck-Extremwerte in der Druckleitung. Beim Druckstoss in der Druckleitung aufgrund eines Schliessens des Stossventils wird der Kolben in der Kammer nach oben gedrückt und somit die Luft über dem Kolben komprimiert und über das Einweg-Ventil an der Leitung zur Luftkammer durch diese Leitung in die Luftkammer des Widders gedrückt. Lässt der Druckstoss nach, senkt sich der Kolben wieder, das Einweg-Ventil nach aussen öffnet sich, und Luft fliesst von aussen in die Kammer über dem Kolben nach. Dies gewährleistet, dass die Luftkammer bei jedem Zyklus der Pumpe stets wieder mit Luft von aussen versorgt wird. Diese Lösung erlaubt zudem die Versorgung der Luftkammer mit Luft ohne Zuhilfenahme einer Gasflasche oder sonstiger Einrichtung zur Gewährleistung eines steten Gasdruckes.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0015] Es zeigen

- Fig. 1a–c eine schematische Darstellung eines Wasserpumpensystems mit hydraulischem Widder gemäss dem Stand der Technik,
- Fig. 2–7 je eine schematische Darstellung einer erfindungsgemässen Vorrichtung zur Vermeidung von Extrem-Drücken in einem Wasserpumpensystem mit hydraulischem Widder, wobei
- Fig. 2a–b eine Vorrichtung mit einer Kammer und einem Einweg-Ventil gemäss der ersten Ausführung der Erfindung,
- Fig. 3a–c eine Vorrichtung mit vergrösserter Kammer und Einweg-Ventil gemäss einer weiteren Ausführung der Erfindung,
- Fig. 4a–b eine Vorrichtung gemäss einer weiteren Ausführung der Erfindung mit einer Kammer, einem Einweg-Ventil und zusätzlicher Wasserleitung,
- Fig. 5a–c eine Vorrichtung mit zusätzlicher Wasserleitung wie in Fig. 4, jedoch zwei Kammern und zwei Einweg-Ventilen zeigen,
- Fig. 6a–c eine Vorrichtung zur Verminderung von Extrem-Drücken in der Triebleitung eines Wasserpumpensystems mit hydraulischem Widder mit einer Kammer, zwei Einweg-Ventilen, einem zusätzlichen Kolben und einer Leitung zur Luftkammer des Widders.
- Fig. 7a–b eine Vorrichtung gemäss einer weiteren Ausführung der Erfindung mit einer Kammer, einem Einweg-Ventil und zusätzlicher Wasserleitung sowie einem zusätzlichen Ventil am Ausgang der zusätzlichen Wasserleitung.

Gleiche Bezugszeichen in den verschiedenen Figuren bezeichnen jeweils gleiche Elemente.

Ausführungsbeispiele der Erfindung

[0016] Den Fig. 1a–c ist die grundlegende, bekannte Funktionsweise eines Wasserpumpensystems mit hydraulischem Widder zu entnehmen. In einer Wasserquelle 1 mit einem Niveau 5, beispielsweise eine Quelle, ein Bach, Teich oder Sammelschacht, ist eine Trieb- oder Druckleitung 2 gelegt, die Wasser bergab zu einem Widder 9 führt. Das Wasser fliesst dort in eine Widder-Kammer 6 mit Auslass, wobei es aufgrund seiner kinetischen Energie einen Druck P1 erzeugt. Solange der Druck unter einem bestimmten Druck bleibt, fliesst Wasser durch diesen Auslass. Während das Wasser durch den Ausfluss der Widder-Kammer strömt, bleibt ein an der Widder-Kammer angeordnetes Förderventil V2 geschlossen (Fig. 1a). Erreicht das Wasser eine bestimmte Geschwindigkeit, so schliesst sich ein im Auslass positioniertes Stossventil V1 (Fig. 1b), worauf sich der Druck in der Kammer 6 des Widders und der Triebleitung 2 auf P2 erhöht, das Förderventil oder Überdruckventil V2 sich öffnet und Wasser in eine Luftkammer 7 des Widders strömt. Eine nach oben offene Förder- oder Steigleitung 8 führt von der Luftkammer 7 zu einem offenen Auslass, der auf einem höheren Niveau als das Niveau 5 der Wasserquelle 1 liegt, zum Beispiel in einem Haus oder Stall. Durch das Eintreten des Wassers in die Luftkammer 7 wird ein Luftpolster über dem Wasserpegel in der Kammer 7 komprimiert. Nach Entspannung des Drucks P2 schliesst sich das Förderventil V2 und aufgrund des Luftdrucks im Luftpolster über dem Wasser steigt das Wasser die Steigleitung auf das Niveau 8 hoch. In der Kammer 6 besteht jedoch noch immer ein Überdruck P3, der sich entlang der Triebleitung 2 ausbreitet (Fig. 1c). Es folgt eine Druckschwingung in der Triebleitung zwischen Überdrücken, die bei einer Förderhöhe von 500 m bis zu 50 bar erreichen können, und extremen Unterdrücken bis an den Dampfdruck, wobei diese extremen

Druckschwingungen über einen Zeitraum von wenigen Hundertstel von Sekunden bestehen. Diese Druckschwingungen flauen innerhalb eines kurzen Zeitraums ab. Insbesondere die negativen Amplituden der Schwingung verursachen jedoch oft Kavitationsschäden an der Triebleitung.

[0017] Fig. 2a und 2b zeigen eine erste und einfachste Vorrichtung gemäss der Erfindung zur Verminderung von Extrem-Drücken, das in der Triebleitung eines Wasserpumpensystems mit hydraulischem Widder, wie zum Beispiel in Fig. 1 gezeigt, eingebaut werden kann. Es zeigt eine Ausführung der Erfindung mit einem von Aussenluft umgebenen Einweg-Ventil. Von dem Wasserpumpensystem sind lediglich die Wasserquelle 1 mit Niveau 5 und ein erster Abschnitt der Triebleitung 2 gezeigt. Der Widder und die Steigleitung sind am Ende der Triebleitung 2 angeordnet und können wie in Fig. 1 ausgebildet sein. Die Triebleitung weist in einem beliebigen Abschnitt eine Druckdämpfungskammer 4 auf, die ein zur Kammer 4 hin öffnendes Einweg-Ventil V3 aufweist. Das Einweg-Ventil V3 ist dabei an seiner Aussenseite von Aussenluft umgeben. Ein erster Teil der Triebleitung 2 ist über eine Einlassöffnung 4a mit der Kammer verbunden, ein zweiter Teil führt von einer Auslassöffnung 4b der Kammer 4 zum Widder. Die Auslassöffnung 4b ist dabei auf einem Niveau unter dem der Einlassöffnung angeordnet.

Vorzugsweise ist die Einlassöffnung nahe an der Oberkante und die-Auslassöffnung nahe an der Unterkante der Kammer 4 angeordnet, dass der untere Rand der Einlassöffnung über dem Niveau des oberen Randes der Auslassöffnung liegt. Zudem kann die Kammer 4 mit einem Querschnitt grösser als der Querschnitt der Druckleitung ausgebildet sein. Ein relativ zur Druckleitung grosser Querschnitt trägt zu einer Beruhigung der Strömung in der Kammer 4 bei, wodurch vermieden wird, dass Luftblasen von der Strömung in Richtung Widder mitgerissen werden. Auch eine relativ zur Druckleitung grosse Höhe führt zu einer entsprechend starken Höhenversetzung der Einlass- und Auslassöffnung, wodurch wiederum die Luft aus dem Ventil V3 in Richtung Wasserquelle aufsteigt und nicht von der Strömung mitgerissen wird.

[0018] Wie in Fig. 2a gezeigt, ist im Fall von Überdruck oder statischem Druck, während dem das Stossventil im Widder offen ist und Wasser aus der Quelle fliesst, das Ventil V3 geschlossen. Entsteht im Zuge von Druckschwingungen aus dem Widder ein extremer Unterdruck in der Triebleitung 2, öffnet sich das Ventil V3 und Luft gelangt in die Kammer 4 (Fig. 2b), sodass sich das Unterdruck-Extremum reduziert. Weil die Auslassöffnung 4b im Vergleich zur Einlassöffnung 4a auf tieferem Niveau liegt, treiben Luftblasen mehrheitlich nach oben in Richtung Wasserquelle 1. Der Widder bleibt dadurch frei von Luftblasen und störungsfrei. Diese Vorrichtung lässt sich insbesondere in Triebleitungen mit steilem Gefälle anwenden. Beispielsweise kann die Vorrichtung an einer Stelle mit grossem Gefälle in der Triebleitung angeordnet werden, wobei nach der Kammer 4 die Triebleitung ein kleineres Gefälle hat. Dort treiben die Luftblasen zur Wasserquelle hin.

[0019] Fig. 3a–c zeigen eine Variante der erfindungsgemässen Vorrichtung mit einer Kammer 11, die im Vergleich zur Kammer 4 in Fig. 2 grösser ausgebildet ist. Insbesondere weist sie über einem Wasserpegel unter dem Einweg-Ventil V3 einen mit Luft gefüllten Raum 12 auf. Während Wasser durch die Druckleitung 10 und 2 zum Widder fliesst, ist das Ventil V3 geschlossen und die Vorrichtung nimmt keinen Einfluss auf die Funktion der Pumpe (Fig. 3a). Nach erfolgtem Druckstoss wird das Luftvolumen 12 durch die Überdruckstösse komprimiert, wobei der Teil 10 der Triebleitung vom Überdruck isoliert bleibt. Der Wasserpegel in Kammer 11 steigt, währenddessen das Ventil V3 noch immer geschlossen bleibt (Fig. 3b). Entsteht in der Triebleitung 2 ein nachfolgender Unterdruck, fällt der Wasserpegel, das Ventil V3 öffnet sich, und Luft fliesst in den Raum 12 nach (Fig. 3c). Der Unterdruck wird dadurch sogleich gedämpft. Wiederum bleibt der Teil 10 der Triebleitung vom Unterdruck verschont.

[0020] Fig. 4a–b zeigen eine Ausführung der erfindungsgemässen Vorrichtung, bei der das Einweg-Ventil nicht von Luft, sondern von Wasser umgeben ist und bei Unterdruck in der Druckleitung Wasser ansaugen lässt, wodurch der Druck ausgeglichen wird. Die Kammer 4 ist an dem Einweg-Ventil V3 an ihrer oberen Seite mit einer zusätzlichen zweiten Wasserleitung 3 verbunden, die Wasser von der Wasserquelle 1 zum Einweg-Ventil V3 führt. Im Fall eines Unterdrucks in der Triebleitung 2, 10 wie in Fig. 4b gezeigt, öffnet sich das Ventil V3, wobei Wasser nachfliesst und den Unterdruck eliminiert. Hat sich der Unterdruck stabilisiert, schliesst sich das Ventil V3. Die Leitung 3 verläuft beispielsweise parallel zur Druckleitung.

[0021] Fig. 5a–c zeigen eine erweiterte Variante der Druckdämpfungsvorrichtung, die die Vorrichtung von Fig. 4 umfasst und zusätzlich mit einer zusätzlichen Kammer 13 mit zusätzlichem Einweg-Ventil V4 kombiniert ist, das wiederum ein zum Innenraum der Kammer 13 öffnendes Ventil ist und an seiner Aussenseite von Aussenluft umgeben ist. Die Wasserleitung 3 führt von der Wasserquelle 1 zu einer Einlassöffnung der Kammer 13, wobei in der Kammer 13 ein Luftvolumen 14 vorhanden ist, das durch einen Wasserpegel von der Wasserleitung 3 getrennt ist. Bei einem Unterdruck in der Triebleitung 2 öffnet sich zunächst das erste Einweg-Ventil V3, wobei primär das komprimierte Luftvolumen 14 reagiert und Wasser aus der Kammer 13 durch das Einweg-Ventil V3 gedrückt wird und den Unterdruck ausgleicht. Die Kombination der zwei Ventile gewährleistet eine schnelle Reaktion der Ventile, indem beide Ventile V3 und V4 sich simultan öffnen können und Wasser sofort aus der Leitung 3 nachfliessen kann. Fig. 5a zeigt die Situation während des Fliessens von Wasser von der Quelle 1 durch die Druckleitung 2 und 10 zum Widder bei geöffnetem Druckstossventil im Widder. Beide Ventile V3 und V4 sind dabei geschlossen. Fig. 5b zeigt die Situation während des Druckstosses, nachdem das Förderventil im Widder geschlossen hat. Auf den folgenden Unterdruck öffnet sich das Ventil V3 und das komprimierte Luftvolumen 14 in der Kammer 13 drückt Wasser aus der Kammer 13 durch das Ventil V3. Der Unterdruck wird schnell und vollständig aufgehoben. Überschüssige Luft steigt durch die Leitung 3 Richtung Wasserquelle hoch, was gewährleistet, dass keine Luft in die Druckleitung gelangt. Fig. 5c zeigt das geöffnete Ventil V4, wenn sich der Druck in der Kammer 13 gesenkt hat.

Luft wird von aussen nachgesaugt, sodass das Luftpolster 14 aufrechterhalten bleibt. Sinkt der Druck in der Kammer 13 unter den von der Druckhöhe des Niveaus 5 erzeugten statischen Druck, fliesst Wasser durch die Leitung 3 nach.

[0022] Fig. 6a–c zeigen eine weitere Variante der Druckdämpfungsvorrichtung, die eine Art «Kompressor» zur Regelung und insbesondere Verminderung der Unter- und Überdruckstösse in der Tribleitung umfasst, wobei der «Kompressor» das Luftvolumen in der Luftkammer 7 des Widders 9 stetig aufrechterhält. Dadurch treten Unterdrücke und gegebenenfalls Überdrücke in der Tribleitung 2 in geringerem Ausmass auf und Kavitationsschäden können vermieden werden. In der Tribleitung ist wiederum eine Druckdämpfungskammer 4 angeordnet mit einem Einweg-Ventil V5, das sich bei Unterdruck nach innen öffnet. Die Druckdämpfungskammer 4 umfasst zusätzlich eine Öffnung 16, die in eine Kolbenkammer 17 mit einem Kolben 18 mündet. Das Einweg-Ventil V5 ist an der Kolbenkammer 17 angeordnet, wobei der Kolben 18 zwischen dem Einweg-Ventil V5 und der Öffnung 16 zur Kolbenkammer 17 angeordnet ist. Zwischen Einweg-Ventil V5 und Kolben 18 befindet sich ein komprimierbares Luftvolumen 19. Das Luftvolumen 19 der Kammer 17 ist zudem über ein weiteres Einweg-Ventil V6 mit einer Leitung 15 verbunden, die zum Luftvolumen der Kammer 7 des Widders 9 führt.

In Fig. 6a strömt das Wasser aus der Wasserquelle 1 über die Druckleitung 2 in den Widder, wobei das Druckstossventil V1 offen ist. Bei Schliessung des Druckstossventils V1 und Öffnung des Förderventils V2 bewirkt der Druckstoss in der Druckleitung 2 ein Heben des Kolbens 18, sodass Luft aus dem Volumen 19 über das Einweg-Ventil V6 und die Leitung 15 in das Volumen 7 gelangen kann und dies befüllt (Fig. 6b). Durch das genau definierte Volumen 16 kann der Unterdruck in einem exakt begrenzten Bereich reduziert werden, sodass einerseits genügender Unterdruck zum Öffnen des Stossventils V1 vorhanden ist, andererseits der Unterdruck so stark reduziert, dass er keine Kavitation an der Druckleitung verursachen kann. Dies ist im Gegensatz zu den im Zusammenhang mit dem Stand der Technik erwähnten «Schnüffelventilen», die über keine derartige Regulierung verfügen und bei denen der Unterdruck unkontrolliert vermindert wird, was zu Störungen des Pumpenbetriebs führen kann, weil das Stossventil nicht zuverlässig öffnet. Beim nachfolgenden Unterdruck in der Druckleitung 2, senkt sich der Kolben 18 wieder (Fig. 6c), der Druck in Kammer 17 senkt sich, sodass das Einweg-Ventil V5 sich öffnet und Luft von aussen in das Volumen 19 nachfliesst. Bei dieser Variante der Erfindung ist es zudem ausgeschlossen, dass Luft in die Tribleitung 2 oder in die Kammer 6 des Widders eindringen kann.

[0023] In Fig. 7a und 7b ist eine weitere Ausführung der Erfindung zum Brechen von Unterdruckschwingungen in einer Tribleitung 2 dargestellt. Hier führt eine Wasserleitung 3 parallel zur Tribleitung 10 von der Wasserquelle 1 mit Wasserstand 5 und speist Wasser in einen Behälter 7a, der wie in der Ausführung in Fig. 4 über einer Druckdämpfungskammer 4 angeordnet ist. In dieser Ausführung ist insbesondere ein Ventil am Ausgang der zusätzlichen Wasserleitung 3 angeordnet, das mit einem Schwimmer 16a auf der Wasseroberfläche im Behälter 7a verbunden ist.

[0024] Wird durch einen Unterdruck in der Tribleitung 2 das Ventil V3 zum Behälter 7a geöffnet wie in Fig. 7b gezeigt, fliesst Wasser aus dem Behälter 7a in die Druckdämpfungskammer 4 und Tribleitung 2 nach und bricht die Unterdruckschwingung. Damit sinkt der Wasserstand im Behälter 7a mit dem Schwimmer 16a im Behälter 7a, wodurch das Ventil V7 am Ausgang der Wasserleitung 3 sich öffnet und Wasser aus Wasserleitung 3 in den Behälter 7a nachfliesst. Ist der Druckausgleich erreicht, so schliesst sich das Ventil 3. Hat sich dann der Behälter 7a wieder gefüllt, hebt sich der Schwimmer 16a und das Ventil V7 schliesst sich wie in Fig. 7a gezeigt. Der Behälter 7a hat somit eine Wasserreservoir-Funktion inne für den Druckausgleich.

Bezugszeichenliste

[0025]

1	Wasserquelle
2	Trieb- oder Druckleitung
3	Wasserleitung, Druckdämpfungsleitung
4	Druckdämpfungskammer
4a	Einlassöffnung
4b	Auslassöffnung
5	Niveau der Wasserquelle
6	Kammer im Widder
7	Kammer mit Luftvolumen
8	Steig- oder Förderleitung
9	hydraulischer Widder
10	Trieb- oder Druckleitung, Teil über der Druckdämpfungskammer

11	Druckdämpfungs-Kammer
12	Luftvolumen in Kammer 11
13	Druckdämpfungs-Kammer
14	Luftvolumen
15	Leitung zur Luftkammer des Widders
16	Öffnung zur Kolbenkammer
16a	Schwimmer
17	Kolbenkammer
18	Kolben
19	Luftvolumen
V1	Stossventil
V2	Förder- oder Überdruckventil
V3, V4, V5, V6	Einweg-Ventil

Patentansprüche

1. Wasserpumpensystem, aufweisend eine Druckleitung (2, 10), die Wasser von einer Wasserquelle (1) mit einem Niveau (5) unter der Schwerkraft zu einem hydraulischen Widder (9) leitet, wobei der hydraulische Widder (9) eine Kammer (6) mit einem Druckstossventil (V1) und einem Förderventil (V2) aufweist, und das Förderventil (V2) in eine über dem Förderventil (V2) und über der Kammer (6) angeordnete Luftkammer (7) mündet, von der eine Steigleitung (8) zu einem offenen Auslass führt, der auf einem höheren Niveau liegt als das Niveau (5) der Wasserquelle (1), dadurch gekennzeichnet, dass das Wasserpumpensystem eine Vorrichtung zum Ausgleich von extremen Unterdrücken aufweist, die eine in der Druckleitung (2, 10) angeordnete Druckdämpfungskammer (4) mit einer Einlassöffnung (4a) und Auslassöffnung (4b) und einem Einweg-Ventil (V3) umfasst, wobei die Druckdämpfungskammer (4) vom Widder (9) beabstandet in der Druckleitung (2, 10) angeordnet ist, indem ein erster Teil der Druckleitung (10) von der Wasserquelle (1) zur Einlassöffnung (4a) der Druckdämpfungskammer (4) und ein zweiter Teil der Druckleitung (2) von der Auslassöffnung der Druckdämpfungskammer (4) zum hydraulischen Widder (9) führt, wobei das Einweg-Ventil (V3) in einer Wand der Druckdämpfungskammer (4) angeordnet ist und ein bezüglich der Druckdämpfungskammer (4) nach innen öffnendes Ventil ist, das sich bei Unterdruck in der Kammer nach innen öffnen kann.
2. Wasserpumpensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Einweg-Ventil (V3) von Aussenluft umgeben ist.
3. Wasserpumpensystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der untere Rand der Einlassöffnung (4a) auf einem höheren Niveau liegt als der obere Rand der Auslassöffnung (4b).
4. Wasserpumpensystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt der Druckdämpfungskammer (4) grösser als der Querschnitt der Druckleitung (2, 10) ist.
5. Wasserpumpensystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckdämpfungskammer (4) im Bereich über ihrer Einlassöffnung (4a) und unter dem Einweg-Ventil (V3) einen mit Luft befüllbaren Raum (12) aufweist.
6. Wasserpumpensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Wasserleitung (3) von der Wasserquelle (1) zum Einweg-Ventil (V3) der Druckdämpfungskammer (4) führt.
7. Wasserpumpensystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass über dem Einweg-Ventil (V3) der Druckdämpfungskammer (4) ein über das Einweg-Ventil (V3) verbundener Behälter (7a) angeordnet ist, in den die zweite Wasserleitung (3) führt, und sich am Ausgang der zweiten Wasserleitung (3) ein Ventil (V7) befindet, das mit einem Schwimmer (16a) verbunden ist.
8. Wasserpumpensystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Wasserpumpensystem eine zweite Druckdämpfungskammer (13) mit einem zweiten Einweg-Ventil (V4) aufweist, wobei die zweite Druckdämpfungskammer (11) sich vom Einweg-Ventil (V3) der Druckdämpfungskammer (4) in der Druckleitung (2, 10) nach aussen erstreckt und die zweite Wasserleitung (3) über eine Einlassöffnung in die zweite Druckdämpfungskammer (11) mündet, und die zweite Druckdämpfungskammer (11) einen Raum (12) umfasst, der sich über dem oberen Rand der Einlassöffnung der zweiten Druckdämpfungskammer (13) erstreckt und an deren oberen Seite das zweite Einweg-Ventil (V4)

CH 706 402 B1

angeordnet ist, wobei das zweite Einweg-Ventil (V4) ein bezüglich der zweiten Druckdämpfungskammer (13) nach innen öffnendes Ventil ist und von Aussenluft umgeben ist.

9. Wasserpumpensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckdämpfungskammer (4) eine Öffnung (16) umfasst, die in eine Kolbenkammer (17) mit einem Kolben (18) mündet, wobei das Einweg-Ventil (V5) an der Kolbenkammer (17) angeordnet ist, an seiner Aussenseite von Aussenluft umgeben ist und ein bezüglich der Kolbenkammer (17) ein nach innen öffnendes Ventil ist, der Kolben (18) zwischen der Öffnung (16) und dem Einweg-Ventil (V5) angeordnet ist und an der Kolbenkammer (17) ein zweites Einweg-Ventil (V6) angeordnet ist, das in eine Leitung (15) mündet, die zur Luftkammer (7) des hydraulischen Widders (9) führt, und das zweite Einweg-Ventil (V6) ein in Richtung der Leitung (15) öffnendes Ventil ist.
10. Wasserpumpensystem nach einem der Ansprüche 1–9, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckdämpfungskammer (4) in der oberen Hälfte der Druckleitung (2, 10) angeordnet ist.
11. Wasserpumpensystem nach einem der Ansprüche 1–9, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckdämpfungskammer (4) im oberen Drittel der Druckleitung (2, 10) angeordnet ist.
12. Wasserpumpensystem nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Wasserleitung (3) von der Wasserquelle (1) zum Einweg-Ventil (V3) der Druckdämpfungskammer (4) parallel zur Druckleitung (2, 10) verläuft.

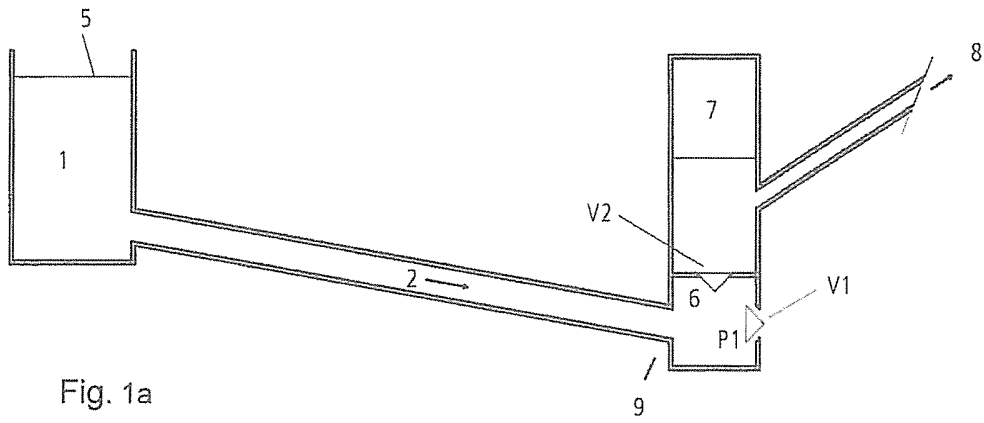


Fig. 1a

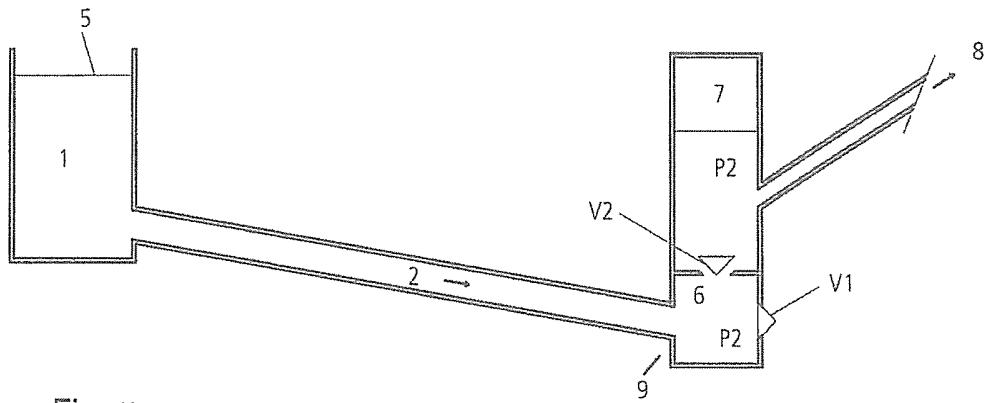


Fig. 1b

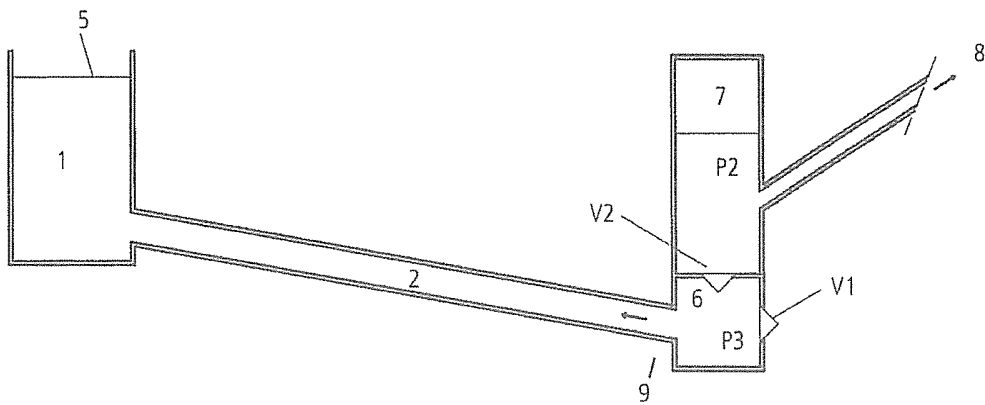
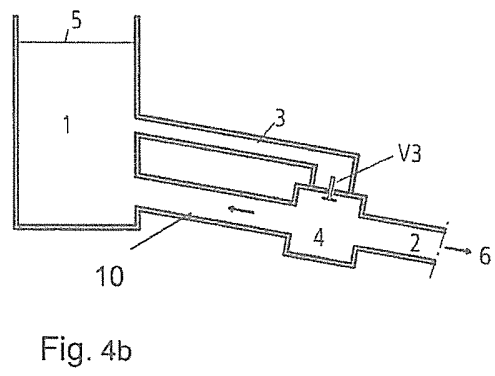
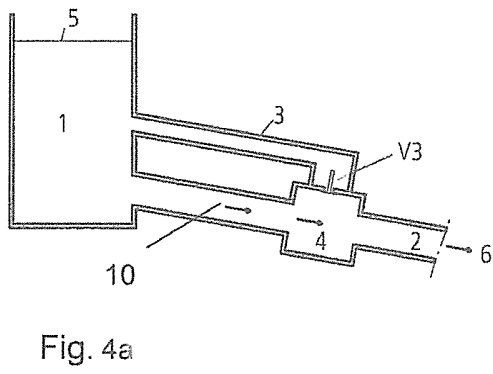
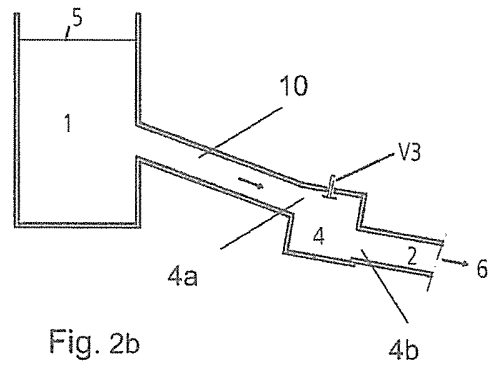
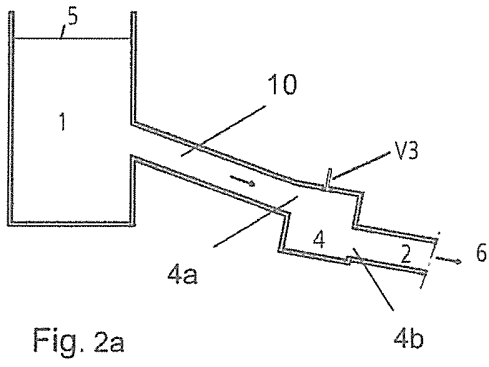


Fig. 1c



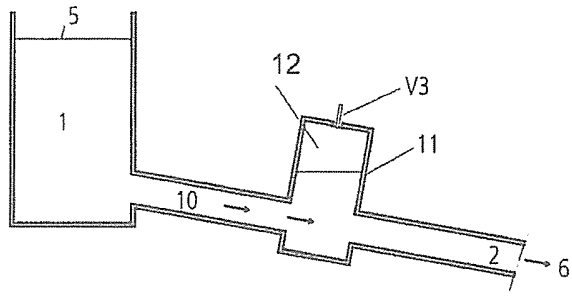


Fig. 3a

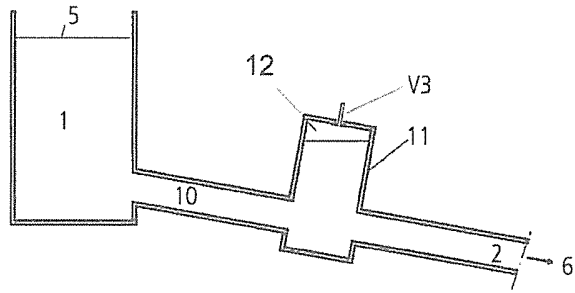


Fig. 3b

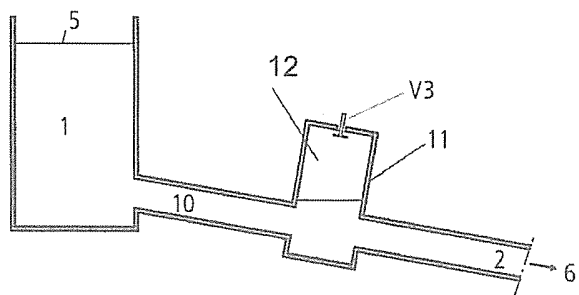


Fig. 3c

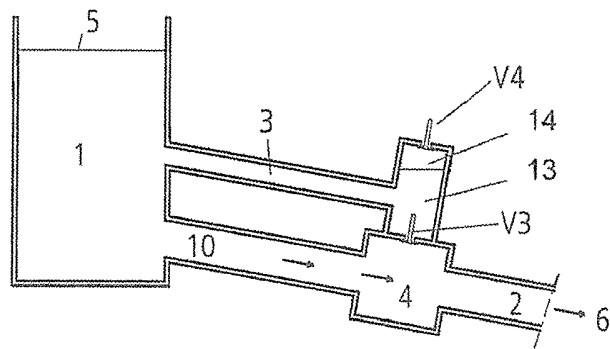


Fig. 5a

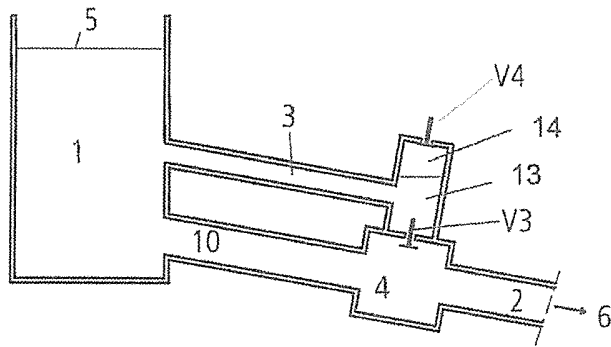


Fig. 5b

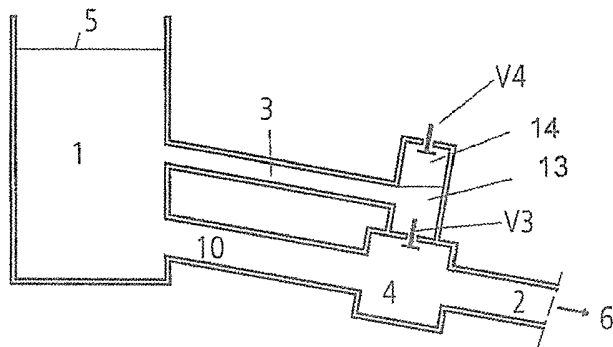


Fig. 5c

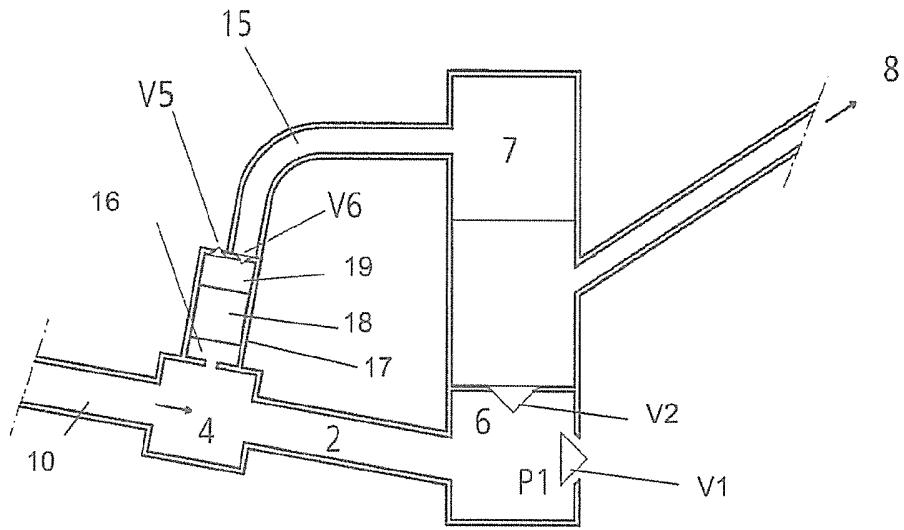


Fig. 6a

1

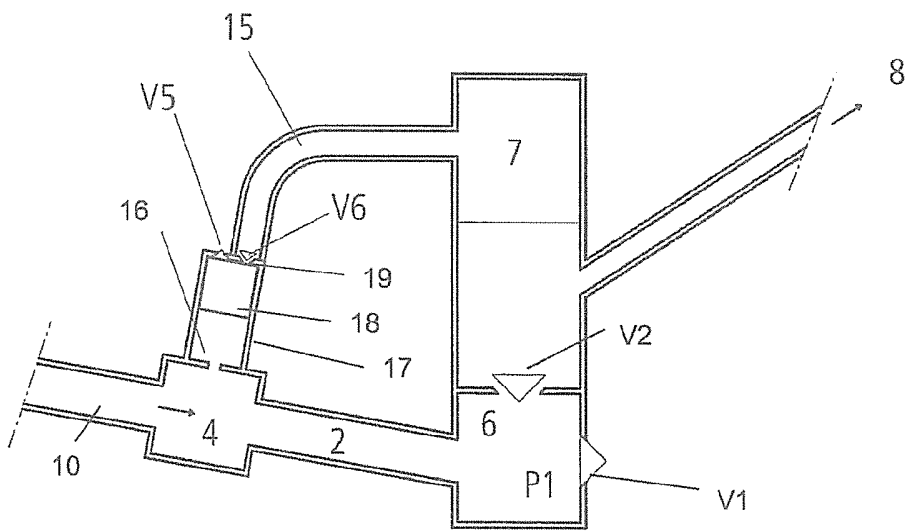


Fig. 6b

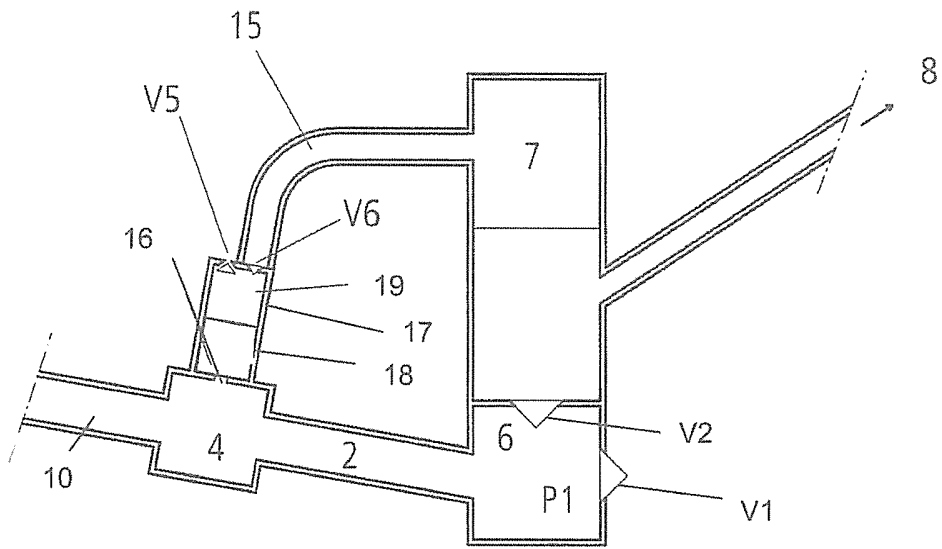


Fig. 6c

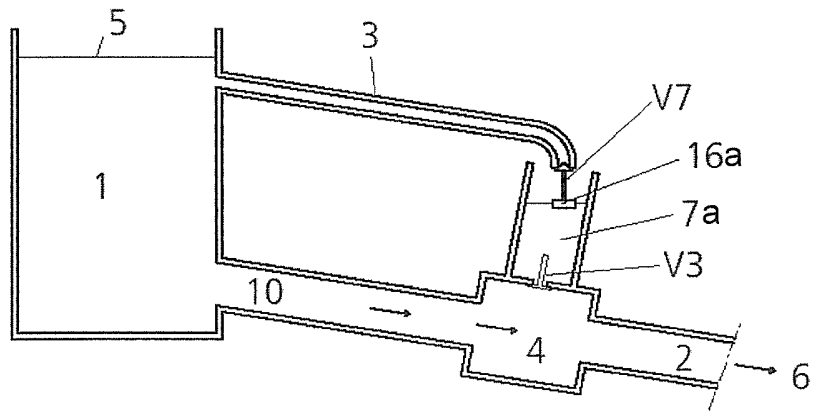


Fig. 7a

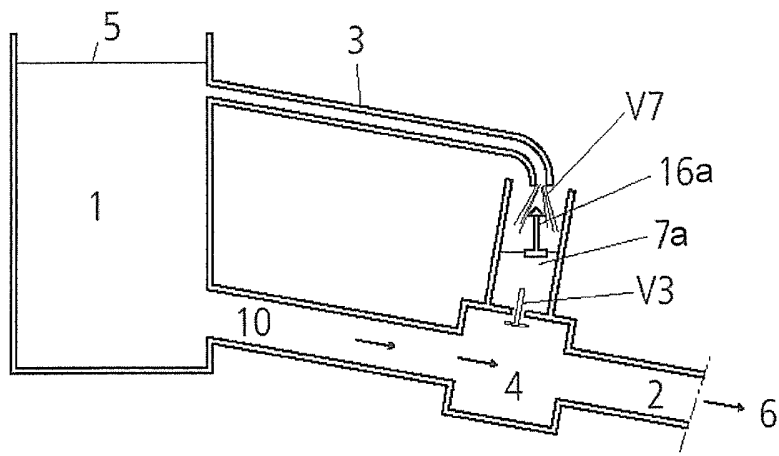


Fig. 7b