(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 873 443 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.05.2015 Patentblatt 2015/21

(51) Int Cl.:
A62C 35/02 *(2006.01)* *A62C 3/08* *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **13005511.4**

(22) Anmeldetag: **27.11.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **13.11.2013 DE 102013019032**

(71) Anmelder: **Apparatebau Gauting GmbH**
82131 Gauting (DE)

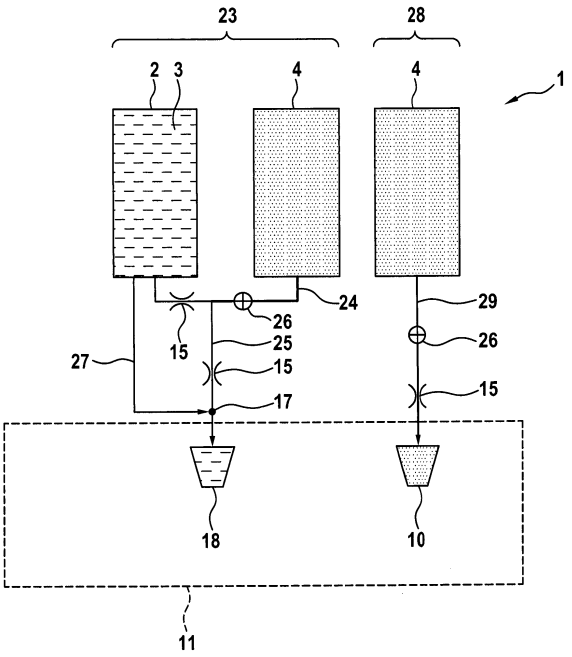
(72) Erfinder:
- **Hopfe, Albrecht**
  01099 Dresden (DE)
- **Wedler, Gerd**
  01324 Dresden (DE)
- **Philipp, Jan-Boris**
  81673 München (DE)
- **Rosam, Alexander**
  82205 Gilching (DE)

(74) Vertreter: **Diehl Patentabteilung**
c/o Diehl Stiftung & Co. KG
Stephanstrasse 49
90478 Nürnberg (DE)

(54) **Brandschutzeinrichtung und Verfahren zur Brandbekämpfung**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere eine Brandschutzanlage (1) mit einer Benetzungsanlage (23), welche ausgebildet und eingerichtet ist zur Benetzung eines vorgegebenen Löschvolumens (11) mit Löschwasser, wobei die Benetzungsanlage (23) derart ausgelegt und eingerichtet ist, dass in einer reinen Wasser-Gas-Löschmaßnahme in einem definierten Betriebsbereich, die Konzentration des Löschgases im Löschvolumen unterhalb der Löschkonzentration verbleibt.

Fig. 3



EP 2 873 443 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegend zu Grunde liegende Erfindung betrifft insbesondere eine Benetzungsanlage für Brandschutzsysteme sowie ein Verfahren zur Brandbekämpfung.

[0002] Brandschutzsysteme und -einrichtungen und entsprechende Verfahren sind bekannt sowohl für Gebäude als auch für Verkehrsmittel, wie beispielsweise Flugzeuge. Im Unterschied zu Gebäuden, ist die Bereitstellung eines effektiven Brandschutzes insbesondere in Flugzeugen dahingehend erschwert, dass auf Grund der eingeschränkten Raum- und Gewichtsverhältnisse Löschmittel, insbesondere Flüssiglöschmittel nicht in unbeschränktem Maße bereitgestellt bzw. mitgeführt werden können.

[0003] Insbesondere aus den vorgenannten Gründen ist es besonders bei Flugzeugen wünschenswert, Brandschutzsysteme vorhalten zu können, welche einerseits hinsichtlich des Gesamtgewichts optimiert sind, und welche andererseits dennoch einen vergleichsweise effektiven und effizienten Brandschutz ermöglichen.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es daher insbesondere, eine Möglichkeit bereitzustellen, für Flugzeuge ein besonders effektives und effizientes, und gleichzeitig gewichtsoptimiertes Brandschutzsystem bereitstellen zu können. Insbesondere sollen eine Benetzungsanlage für entsprechende Brandschutzsysteme bzw. Brandlöschanlagen, eine Brandschutzanlage sowie ein und Verfahren zur Brandbekämpfung zur Verfügung gestellt werden.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der Ansprüche 1, 10 und 11. Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich insbesondere aus den Merkmalen der jeweils abhängigen Ansprüche.

[0006] Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere eine Benetzungsanlage bzw. Benetzungseinheit für Brandschutzanlagen oder Brandschutzsysteme, welche ausgebildet und eingerichtet ist zur Benetzung eines vorgegebenen, beschränkten bzw. geschlossenen, insbesondere durch zumindest einen Raum definierten, Löschvolumens mit einem Flüs- siglöschmittel, insbesondere einer Löschflüssigkeit, bevorzugt Löschwasser bzw. mit organischen und/oder anorganischen Salzen versetztes Löschwasser oder -mittel, wobei die Benetzungsanlage derart ausgelegt und eingerichtet ist, dass in einer reinen Flüssig-Gas-Löschmaßnahme, insbesondere einer reinen Wasser-Gas-Löschphase, in einem definierten Betriebsbereich, die Konzentration des Löschgases im beschränkten bzw. geschlossenen Löschvolumen unterhalb der Löschkonzentration verbleibt. Insbesondere soll die Benetzungsanlage derart dimensioniert bzw. skaliert sein, dass bei reiner Flüssig-Gas-Löschung im Betriebsbereich, die Konzentration des Löschgases in dem korre- lierten Löschvolumen unterhalb der Löschkonzentration verbleibt. Vom Betriebsbereich sollen insbesondere Randbedingungen und Parameter, insbesondere Umgebungsparameter wie beispielsweise Luftdruck, Temperatur usw., umfasst werden, unter welchen die Benetzungsanlage im Benutzungsfall betrieben wird.

[0007] Mit anderen Worten wird bei der Benetzungseinheit erreicht, dass beim Löschbetrieb der Benetzungseinheit bei reiner Flüssig-Gas-Löschung, d.h. in einer Löschmaßnahme, in welcher über die Benetzungseinheit ein Löschflüssigkeits-Gas-Gemisch in das Löschvolumen eingeleitet wird, durch das Löschflüssigkeits-Gas-Gemisch gerade so viel Löschgas in das Löschvolumen eingetragen wird, dass die Löschkonzentration unterschritten bleibt.

[0008] Für die vorgeschlagene Benetzungsanlage ergibt sich insbesondere diese an das vorgegebene Löschvolumen, beispielsweise ein Fracht- oder sonstiger Raum in einem Flugzeug, so angepasst ist, insbesondere mit diesem derart korreliert ist, dass der erfindungsgemäße Betrieb möglich ist, bei welchem bei reiner Löschflüssigkeit-Gas-Gemisch basierter Löschung die Löschkonzentration unterschritten bleibt.

[0009] Die Einleitung von Löschgas in das Löschvolumen zum Zwecke der Erreichung der Löschkonzentration kann durch gesonderte Löscheinheiten erfolgen, die beispielsweise so ausgebildet sein können, dass unabhängig von der Benetzungsanlage bzw. Benetzungseinheit, Löschgas in das Löschvolumen eingeleitet werden kann.

[0010] Die Kombination aus Benetzungsanlage und Löschvolumen, bzw. dem zumindest einen, das Löschvolumen definierenden Raum, kann als feuergeschützte bzw. brandgeschützte Raumeinheit definiert werden, wobei die Benetzungsanlage an das Löschvolumen, d.h. den zumindest einen Raum, derart angepasst ist, so dass bei einer Löschung mit Flüssig-Gas-Gemisch in das Löschvolumen hinein, die Konzentration an Löschgas im Lösch-volumen unterhalb der Löschkonzentration verbleibt. Dies soll insbesondere dann gelten, wenn das Löschvolumen, wie beispielsweise ein Frachtraum oder ein sonstiger Raum, durch einen von Wänden umschlossenen Raum bzw. ein durch Wände umschlossenes, bzw. eingeschlossenes oder abgeschlossenes Volumen ausbilden. Die Raumeinheit kann mehrere voneinander getrennte, durch Wände umschlossene, Räume bzw. Einzel-Räume, oder Volumina aufweisen. In diesem Fall ist die Benetzungsanlage bevorzugt derart ausgelegt, dass die Bedingung, dass die Konzentration an Löschgas unterhalb der Löschkonzentration verbleibt für jeden der Einzel-Räume gilt.

[0011] Wie bereits erwähnt kann das Löschvolumen durch einen oder mehrere, beschränkte, insbesondere geschlossene, Räume oder durch einen einzigen Raum definiert sein. Bei dem oder den Räumen kann es sich insbesondere um einen oder mehrere Frachträume in einem Flugzeug handeln.

[0012] Die Benetzungsanlage bzw. Benetzungseinheit ist dazu ausgebildet und eingerichtet, das vorgegebene Löschvolumen, z.B. einen oder mehrere mit dem Brandschutzsystem gegen Brände gesicherte Räume, zumindest teilweise zu benetzen. Mit anderen Worten,

die Benetzungsanlage ist insbesondere dazu ausgebildet, die Löschflüssigkeit in das Löschvolumen einzuleiten, um das Innere des Löschvolumens und/oder darin befindliche Gegenstände zumindest teilweise zu benetzen. Durch eine Benetzung mit Löschflüssigkeit kann im Brandfall eine vergleichsweise rasche, zumindest teilweise Löschung erreicht werden und/oder es kann die Ausbreitung eines entstandenen Brands zumindest eingedämmt werden, wobei durch die Löschflüssigkeit eine, insbesondere deutliche, Abkühlung des Löschvolumens erreicht werden kann.

[0013] Die vorgeschlagene Benetzungsanlage ist insbesondere derart skalierbar ausgelegt, dass diese in ihrem Gesamtaufbau an unterschiedliche Größen und Eigenschaften des Löschvolumens, insbesondere des einen oder der mehreren Räume des Löschvolumens, angepasst werden kann. In einer jeweiligen Umsetzung ist eine Benetzungsanlage in ihrer jeweiligen Funktion auf das zu löschende Volumen, d.h. ein vorgegebenes Löschvolumen, hin skaliert, und an das vorgegebene Löschvolumen angepasst.

[0014] Die vorgeschlagene Benetzungsanlage umfasst einen, d.h. zumindest einen, zur Bevorratung des Flüssiglöschmittels ausgebildeten Flüssiglöschmitteltank. Ferner umfasst die Benetzungsanlage einen, d.h. zumindest einen, zur bedruckten Bevorratung von Löschgas ausgebildeten Druckgasspeicher. Der Druckgasspeicher kann beispielsweise eine, d.h. zumindest eine, Druckgas-Flasche umfassen, in welcher das Löschgas unter Druck gespeichert ist. Bei dem Löschgas handelt es sich um ein Gas, welches einen Stickeffekt erzeugt, d.h. die Sauerstoffkonzentration im löschenden Volumen reduziert. Bei dem Löschgas kann es sich insbesondere um ein Inertgas, wie z.B. Stickstoff, handeln.

[0015] Die Benetzungsanlage umfasst des Weiteren ein Leitungssystem, welches dazu ausgebildet und eingerichtet ist ein Flüssig-Gas-Gemisch, umfassend zumindest ersten Anteil an Flüssiglöschmittel und einen zweiten Anteil an Löschgas, in das Löschvolumen über zumindest eine Austrittsöffnung einzuleiten. Die Austrittsöffnung kann insbesondere Bestandteil des Leitungssystems angesehen werden.

[0016] Bei der vorgeschlagenen Benetzungsanlage sind der Flüssiglöschmitteltank und der Druckgasspeicher über das Leitungssystem miteinander verbunden. Die Verbindung des Druckgasspeichers und des Flüssiglöschmitteltanks kann insbesondere derart sein, dass der Flüssiglöschmitteltank direkt mit einem Teilbereich, insbesondere einem in sich abgeschlossenen Teilvolumen, des gesamten Druckgasspeichers, verbunden ist. In diesem Fall kann der vom Teilvolumen nicht umfasste Volumenbereich des Druckgasspeichers mit dem Leitungssystem verbunden sein, ohne dass dieser Volumenbereich, insbesondere direkt, mit dem Flüssiglöschmitteltank verbunden ist.

[0017] Der Flüssiglöschmitteltank und der Druckgasspeicher sind ferner derart ausgebildet, dass diese einen zur Erzeugung des Flüssig-Gas-Gemisches, insbesondere aus einem ersten Anteil Flüssiglöschmittel und einem zweiten Anteil Löschgas, eingerichteten und ausgebildeten, der zumindest einen Austrittsöffnung vorgeschalteten Mischpunkt des Leitungssystems speisen. Insbesondere kann der Mischpunkt mit dem Druckgasspeicher verbunden sein, so dass diesem direkt von Druckgasspeicher Löschgas zugeführt werde kann. Ferner kann der Mischpunkt mit dem Flüssiglöschmitteltank so verbunden sein, dass diesem Flüssiglöschmittel, druckbeaufschlagt durch dessen Verbindung mit dem Druckgasspeicher, direkt zugeführt werden kann.

[0018] Der Mischpunkt kann so ausgebildet und ausgelegt sein, dass in diesem vom Druckgasspeicher zugeführtes Löschgas und vom Flüssiglöschmittelspeicher zugeführtes Flüssig-löschmittel in einem vorgegebenen Verhältnis gemischt werden. Insbesondere kann der Mischpunkt so ausgelegt sein, dass im Betrieb der Benetzungsanlage in eine zwischen Mischpunkt und Austrittsöffnung befindliche Löschleitung des Leitungssystems ein 2-Phasen-Gemisch aus Löschgas und Flüssiglöschmittel, bevorzugt mit einer vorgegebenen Zusammensetzung, eingeleitet wird. Mit anderen Worten kann das im Mischpunkt erzeugte Flüssig-Gas-Gemisch über die Löschleitung, die einen Zweig des Leitungssystem ausbilden kann, der Austrittsöffnung zugeleitet wird, von wo aus das Gemisch in das Löschvolumen eingeleitet werden kann.

[0019] Entsprechend der Erfindung ist die Benetzungsanlage, insbesondere der Flüssiglöschmitteltank, der Druckgasspeicher und der Mischpunkt, derart ausgebildet und ausgelegt und ausgebildet, dass in einer reinen Flüssig-Gas-Löschmaßnahme, insbesondere bei ausschließlichem Einleiten des Flüssig-Gas-Gemisches, im definierten bzw. vorgegebenen Betriebsbereich die Konzentration des Löschgases im Löschvolumen unterhalb der Löschkonzentration verbleibt.

[0020] Unter dem definierten bzw. vorgegebenen Betriebsbereich soll dabei insbesondere ein Betrieb unter den folgenden Randbedingungen im Löschvolumen verstanden werden: Druck: 0,75 bis 1,10 bar, Temperatur: -40 bis +70°C.

[0021] Bevorzugt handelt es sich bei der Flüssig-Gas-Löschmaßnahme im Betriebsbereich auch um einen Betrieb, bei welchem dem Löschvolumen kontinuierlich das Flüssig-Gas-Gemisch zugeführt wird, insbesondere über eine Dauer bis zur vollständigen bzw. nahezu vollständigen Leerung des Flüssiglöschmitteltanks.

[0022] Mit einer derart ausgelegten Benetzungsanlage kann eine besonders effektive und effiziente Einleitung des Flüssiglöschmittels und Benetzung des Löschvolumens erreicht werden, wobei die Gesamtmenge an Löschgas bzw. Inertgas im vergleich zu bekannten Systemen deutlich reduziert werden kann. Die Verwendung eines geringeren Volumens an Löschgas, insbesondere derart, dass die Löschgaskonzentration nicht erreicht wird, kann bewirken, dass die durch (adiabatische) Expansion des Löschgases aus dem Druckgasspeicher erzeugte Expansionskälte, die mit dem Löschgas in das

Leitungssystem eingetragen wird, auf einem Maß gehalten werden kann so dass das Flüssiglöschmittel, insbesondere Löschwasser, während der Flüssig-Gas-Löschmaßnahme nicht einfriert. Anders ausgedrückt kann im Betriebsbereich in einer Flüssig-Gas-Löschmaßnahme, insbesondere bei vollständiger Leerung des Flüssiglöschmitteltanks in das Löschvolumen bei kontinuierlicher Löschflüssigkeit-Gas-Gemisch Erzeugung, eine durch Expansionskälte des Löschgases im Flüssig-Gas-Gemisch hervorgerufene Eisbildung vermieden werden. Durch Expansionskälte verursachte Vereisungen können dazu führen, dass das Leitungssystem und/oder Auslassöffnungen bzw. Austrittsöffnungen verstopfen, insbesondere vereisen und/oder zufrieren, so dass die Benetzung unterbrochen würde. Dies würde insbesondere im Bereich der Luftfahrt einen schwerwiegenden Mangel darstellen.

[0023] Wird hingegen die Menge an Löschgas, die dem Flüssiglöschmittel im Mischpunkt zugemischt wird so gewählt, dass die Löschkonzentration im Löschvolumen nicht erreicht wird, so können wegen der für die Benetzung als solche verwendeten vergleichsweise geringen Mengen an Löschgas, d.h. bei der Flüssig-Gas-Löschmaßnahme, im Betriebsbereich Vereisungen sicher vermieden werden.

[0024] Um im Löschvolumen dennoch eine Löschgas-Konzentration zu erreichen, die im Bereich der Löschkonzentration bzw. oberhalb der Löschkonzentration liegt, kann bei der vorgeschlagenen Benetzungsanlage vorgesehen sein, dass Löschgas über ein separates Leitungssystem oder ein separates Leitungssegment und/oder über separate GasAustrittsöffnungen, z.B. Gasdüsen, in das Löschvolumen eingeleitet wird. Demzufolge kann zusätzlich zu der reinen Flüssig-Gas-Löschmaßnahme eine dieser überlagerte und/oder nachgeschaltete reine Gas-Löschmaßnahme vorgesehen sein, durch welche die jeweilige Löschkonzentration an Löschgas im Löschvolumen eingestellt werden kann.

[0025] In Ausgestaltungen kann vorgesehen sein, dass das das Leitungssystem zumindest ein, dem Mischpunkt vorgeschaltetes Druck- und/oder Volumenbegrenzungselement umfasst, durch welches der Druck, bzw. die Druckverteilung, und/oder der Volumenstrom des Löschgases derart eingestellt ist, dass die Konzentration des Löschgases im Lösch-volumen während der reinen Flüssig-Gas-Löschmaßnahme oder -Phase unterhalb der Löschkonzentration verbleibt. Das Druck- oder Volumenbegrenzungselement kann entsprechend der Größe des Löschvolumens gewählt und/oder eingestellt, werden. Insbesondere ist so eine vergleichsweise einfache Skalierung auf unterschiedliche Löschvolumina möglich.

[0026] In Ausgestaltungen kann vorgesehen sein, dass das zumindest eine Druck- und/oder Volumenbegrenzungselement, beispielsweise eine Drossel, derart ausgebildet ist, dass das Flüssig-Gas-Gemisch eine Zusammensetzung aus 50 Gew.% bis 70 Gew.% Flüssiglöschmittel und 30 Gew.% bis 50 Gew.% Löschgas aufweist, so dass beispielsweise in der Flüssig-Gas-Löschmaßnahme pro Kubikmeter Löschvolumen 80g bis 300g Löschwasser gemischt mit 60g bis 230g Stickstoff eingeleitet werden können. In einer beispielhaften Ausgestaltung können hier z.B. bei sparsamer Löschung 80g Löschwasser zusammen mit 60g Stickstoff pro m^3 eingeleitet werden. Bei moderater Löschung können beispielsweise 170g Löschwasser zusammen mit 120g Stickstoff pro m^3 eingeleitet werden. Um eine noch gesteigerte Löschwirkung zu erreichen können pro m^3 beispielsweise 300g Löschwasser zusammen mit 230g Stickstoff eingeleitet werden. Insbesondere für die genannten Löschmodalitäten wird die Löschkonzentration an Löschgas im Löschvolumen nicht erreicht, und es hat sich für die genannten Modalitäten gezeigt, dass im Betriebsbereich eine durch Expansionskälte verursachte Vereisung bzw. Eisbildung im Leitungssystem vermieden werden kann.

[0027] In Ausgestaltungen kann vorgesehen sein, dass das zumindest eine Druck- und/oder Volumenbegrenzungselement derart ausgebildet ist, dass der Löschgasdruck im Leitungssystem im Bereich zwischen 8 bar und 30 bar liegt. Solche Drücke haben sich für die hierin vorgeschlagenen Löschbedingungen unter reduzierte Stickstoffzufuhr bei der Flüssig-Gas-Löschung als besonders vorteilhaft erwiesen, insbesondere dahingehend, dass eine vorteilhafte Gas-Löschflüssigkeits-Durchmischung erreicht wird.

[0028] In Ausgestaltungen der Benetzungsanlage kann vorgesehen sein, dass des Weiteren ein mit dem Druckgasspeicher verbundenes, vorzugsweise vom Leitungssystem verschiedenes, weiteres Leitungssystem vorhanden sein kann. Das weitere Leitungssystem kann in entsprechenden Ausgestaltungen derart ausgebildet und eingerichtet sein, dass über Gas-Auslassöffnungen ausschließlich Löschgas in das Löschvolumen eingeleitet wird bzw. werden kann. Das weitere Leitungssystem kann insbesondere dazu verwendet werden, um zeitlich parallel, zeitlich überlappend und/oder zeitlich nacheinander bezüglich der mit dem weiter oben beschriebenen Leitungssystem ausgeführten reinen Flüssig-Gas-Löschmaßnahme die Konzentration des Löschgases auf die Löschkonzentration anzuheben, und, zumindest für einen gewissen Zeitraum auf Löschkonzentration zu halten. Über das weitere Leitungssystem können vergleichsweise größere Mengen an Löschgas eingeleitet werden.

[0029] Durch die Trennung des weiteren Leitungssystems vom Löschflüssigkeits-basierten Flüssig-Gas-Leitungssystem kann erreicht werden, dass die bei der reinen Gas-Löschung erzeugte Expansionskälte nicht ins Leitungssystem der Flüssig-Gas-Löschmaßnahme eingetragen wird. So können beispielsweise Vereisungen und/oder Eisbildung im Flüssig-Gas-System und damit verbundene Teil-Systemausfälle vermieden werden.

[0030] In weiteren Ausgestaltungen kann vorgesehen sein, dass der Druckgasspeicher zumindest zwei Druckgastanks umfasst, wobei das Leitungssystem, insbeson-

dere auch der Flüssiglöschmitteltank, von einem ersten Druckgastank gespeist sein können, und wobei das weitere Leitungssystem von einem separaten, mit dem ersten Druckgastank nicht verbundenen, zweiten Druckgastank gespeist ist. Ein Vorteil der Trennung der beiden Löschmodalitäten, d.h. reine Gas-Löschung und reine Flüssig-Gas-Löschung, ist, dass die einzelnen Löschmaßnahmen, d.h. Gas-Löschung und Flüssig-Gas-Löschung, im Wesentlichen unabhängig voneinander eingeleitet und/oder beendet werden können. Für den Fall dass eines der Teilsysteme ausfällt, ist durch das andere System weiterhin eine Eindämmung oder Löschung des Feuers möglich. Für die Gaslöschung gibt es andere optimale Düsen-Positionen als für Wassernebel. Wassernebeldüsen sollten an der Decke des Löschvolumens in gleichmäßigen Abständen angebracht werden, um eine gleichmäßige Verteilung des Wassernebels im Volumen zu erreichen. Gas-Auslassöffnungen hingegen sollten möglichst entfernt von Leckagequellen wie Frachttüren oder Druckausgleichsöffnungen installiert werden, sodass die Verweildauer des Gases im Löschvolumen möglichst lang ist. Die Trennung von Wassernebel- und Gas- Aus-lassöffnungen, wie es mit der hierin vorgeschlagenen Architektur möglich ist, erlaubt jeweils eine optimierte Positionierung jeweiliger Auslassöffnungen für Gas und Löschflüssigkeit entsprechend der physikalischen Wirkungsweise der Löschmittel. Ferner ist zu bemerken, dass für den Fall, dass das Löschvolumen aus mehreren getrennten Teilvolumina besteht, für unterschiedliche Teilvolumina unterschiedliche Löschmaßnahmen eingeleitet werden können. Ein weiterer Vorteil der Umsetzung eines Systems mit den beiden voneinander unabhängig betreibbaren Löschmaßnahmen ist, dass verbesserte thermodynamische Effekte im Löschvolumen erreicht werden können, insbesondere kann erreicht werden, dass eine verbesserte Verteilung des Löschgases im Löschvolumen erzielt wird. Insbesondere ist es möglich, dass Anzahl und Position bzw. Lage der Austrittsöffnungen und Auslassöffnungen für das Flüssig-Gas-Gemisch einerseits und das Löschgas andererseits entsprechend der jeweiligen Gegebenheiten des Löschvolumens gewählt und angepasst werden können. Das Vorsehen der beiden unabhängig betreibbaren Löschmaßnahmen verbessert durch Redundanz ferner die Systemsicherheit und -zuverlässigkeit.

[0031] In weiteren Ausgestaltungen der Benetzungsanlage kann vorgesehen sein, dass der Druckgasspeicher mehrere untereinander verbundene Druckgastanks umfasst, welche gemeinsam das Leitungssystem, den Flüssiglöschmitteltank und das weitere Leitungssystem speisen. Solche Ausgestaltungen sind insbesondere dann von Vorteil, wenn eine den jeweiligen Skalierungserfordernissen entsprechende Aufteilung in unterschiedliche Druckgastanks nicht, oder nur mit Aufwand, möglich ist. Bei Verwendung eines einheitlichen Druckgasspeichers, insbesondere in Form untereinander verbundener Druckgastanks, kann durch geeignete Positionierung und Auslegung von Druck- und/oder Volumenbegrenzungselementen erreicht werden, dass für die reine Flüssig-Gas-Löschung im Betriebsbereich die weiter oben beschriebene Bedingung erreicht wird, d.h. dass die Löschkonzentration nicht erreicht wird, bzw. dass die Konzentration des Löschgases im Löschvolumen unter der Löschkonzentration verbleibt.

[0032] Bei zumindest teilweise gleichzeitiger Ausführung der reinen Gas-Löschung und der reinen Flüssig-Gas-Löschung kann die Löschkonzentration auch schon vor Ende der Flüssig-Gas-Löschung erreicht werden. Jedoch wird die Löschkonzentration, entsprechend der zu Grunde liegenden Erfindung, nicht durch die reine Flüssig-Gas-Löschung erzeugt.

[0033] In Ausgestaltungen kann vorgesehen sein, dass der Flüssiglöschmitteltank einen diesem zugeordneten gesonderten Druckgasspeicher zur druckbeaufschlagten Einbringung des Flüssiglöschmittels in das Leitungssystem umfasst. In diesem Fall kann der Mischpunkt von einem anderen Druckgastank gespeist werden. Der dem Flüssiglöschmitteltank zugeordnete Druckgastank kann so ausgelegt sein, dass der Flüssiglöschmitteltank druckbeaufschlagt vollständig geleert werden kann.

[0034] Die hierin vorgeschlagene Benetzungsanlage kann insbesondere Brandschutzanlagen verwendet werden. So kann, entsprechend dem Patentanspruch 8 eine Brandschutzanlage, insbesondere zur Verwendung und Installation in Flugzeugen, eine Brandschutzanlage entsprechend einer der vorweg beschriebenen Ausgestaltungen umfassen.

[0035] In Ausgestaltungen kann die Brandschutzanlage des Weiteren eine Gaslöschanlage umfassen, welche dazu ausgebildet sein kann, ausschließlich Löschgas in das Löschvolumen einzuleiten, derart, dass im Löschvolumen eine zumindest Brandhemmende Löschkonzentration an Löschgas erreicht wird.

[0036] Wegen Vorteilen und vorteilhaften Wirkungen der Brandschutzanlage wird auf die Ausführungen zur Benetzungsanlage verwiesen, die hier entsprechend gelten sollen.

[0037] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Brandlöschung bzw. Brandbekämpfung in einem Löschvolumen in Flugzeugen, unter Verwendung der hierin vorgeschlagenen Benetzungsanlage bzw. Brandschutzanlage. Als Löschvolumina kommen bei Flugzeugen insbesondere ein oder mehrere Frachträume in Frage.

[0038] Bei dem Verfahren kann in einer Brandbekämpfungsmaßnahme ein Flüssig-Gas-Gemisch aus Flüssiglöschmittel, insbesondere Löschwasser bzw. mit organischen und/oder anorganischen Salzen versetztes Löschwasser oder Flüssiglöschmittel, und Löschgas in das Löschvolumen eingeleitet werden, wobei die Einleitung des Flüssig-Gas-Gemisches derart eingestellt ist, dass durch die reine Flüssig-Gas-Löschung im Betriebsbereich die Konzentration des Löschgases im Löschvolumen unterhalb der Löschkonzentration des Löschgases verbleibt, d.h. dass die Löschkonzentration durch die

reine Flüssig-Gas-Löschmaßnahme nicht erreicht wird. Auf diese Weise kann eine ausreichende Benetzung des Löschvolumens mit Flüssiglöschmittel erreicht werden. Darüber hinaus kann erreicht werden, dass im Betriebsbereich eine Eisbildung bzw. Vereisung von Flüssiglöschmittel, insbesondere Löschwasser, im und/oder am Leitungssystem der Benetzungsanlage vermieden wird. Wegen Vorteilen und vorteilhaften Wirkungen des Verfahrens wird auf obige Ausführungen verwiesen.

[0039] Zum Begriff und zur Bedeutung des Begriffs Löschvolumen wird auf die Ausführungen weiter oben verwiesen. Insbesondere kann das Löschvolumen durch einen oder mehrere, durch Wände ein- oder umschlossene Räume gebildet sein. Ebenfalls wird bezüglich des Begriffs "Betriebsbereich" auf die weiter oben angegebene Beschreibung verwiesen, die hier entsprechend gilt.

[0040] In Ausgestaltungen des Verfahrens kann zeitgleich, zeitlich überlappend und/oder zeitlich nach der Brandbekämpfungsmaßnahme eine weitere Brandbekämpfungsmaßnahme eingeleitet und/oder aktiviert werden, in welcher über ein weiteres Leitungssystem ausschließlich Löschgas in das Löschvolumen eingeleitet wird.

[0041] Die Anwendung der reinen Löschgas-basierten Löschung auch während der Flüssig-Gas-Löschmaßnahme, widerspricht nicht der obigen Beschreibung der Erfindung. Denn erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, dass die Benetzungsanlage so eingestellt und ausgebildet ist, dass im Betriebsbereich für die reine Flüssig-Gas-Löschung die Löschkonzentration an Löschgas nicht erreicht wird. Die so eingestellte Benetzungsanlage wird entsprechend betrieben wenn zeitgleich oder zeitlich überlappend über das weitere Leitungssystem zusätzlich Löschgas in das Löschvolumen eingeleitet wird.

[0042] Mithin kann bei dem erfindungsgemäßen Löschverfahren vorgesehen sein, dass über die Flüssig-Gas-Löschung eine Benetzung des Löschvolumens erfolgt, während über die reine Gas-basierte Löschung die Konzentration an Löschgas auf die Löschgaskonzentration erhöht werden kann. Nach Eintrag des gesamten Flüssiglöschmittelvorrats in das Löschvolumen kann eine rein Löschgas-basierte Löschung fortgesetzt werden, beispielsweise indem über das weitere Leitungssystem, oder über das weitere Leitungssystem und das für die Flüssig-Gas-Löschung, insbesondere Wasser-Gas-Löschung, vorgesehene Leitungssystem Löschgas in das Löschvolumen eingeleitet wird, so dass die Löschkonzentration zu einem gewissen Zeitpunkt erreicht und nach diesem Zeitpunkt aufrecht erhalten werden kann.

[0043] Ausgestaltungen des Verfahrens ergeben sich insbesondere auch aus dem Ausgestaltungen der hierin vorgeschlagenen Benetzungsanlage bzw. der hierin vorgeschlagenen Brandschutzanlage.

[0044] Beispielhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden nachfolgend anhand konkreter Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den anliegenden Figuren beschrieben. Es zeigen

FIG. 1 einen schematischen Aufbau einer beispielhaften ersten Ausführungsform einer hierin vorgeschlagenen Brandschutzeinrichtung für Flugzeuge;

FIG. 2 einen schematischen Aufbau einer beispielhaften Ausführungsform einer hierin vorgeschlagenen Benetzungsanlage;

FIG. 3 einen schematischen Aufbau einer beispielhaften zweiten Ausführungsform einer hierin vorgeschlagenen Brandschutzeinrichtung, umfassend die Benetzungsanlage nach FIG. 2;

FIG. 4 einen schematischen Aufbau einer beispielhaften dritten Ausführungsform einer hierin vorgeschlagenen Brandschutzeinrichtung;

FIG: 5 einen schematischen Aufbau einer beispielhaften vierten Ausführungsform einer hierin vorgeschlagenen Brandschutzeinrichtung.

[0045] Sofern sich aus der nachfolgenden Beschreibung nichts Gegenteiliges ergibt sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

[0046] FIG. 1 zeigt einen schematischen Aufbau einer beispielhaften Ausführungsform einer hierin vorgeschlagenen Brandschutzeinrichtung 1 für Flugzeuge, insbesondere für Löschvolumina oder Räume in Flugzeugen wie beispielsweise Frachträume, Aufenthaltsräume, Kabinen usw..

[0047] Bei einer Brandschutzeinrichtung im Sinne der vorliegenden Erfindung kann es sich insbesondere um eine Einrichtung handeln, mit welcher entstehende oder bereits entstandene Brände oder Feuer unterdrückt bzw. gelöscht werden kann/können, bzw. mit welcher der Entstehung und/oder Ausbreitung von Bränden und/oder Feuer entgegengewirkt werden kann.

[0048] Die Brandschutzeinrichtung kann zumindest einen Flüssiglöschmitteltank 2 bzw. Löschwassertank umfassen, welcher dazu ausgebildet ist, ein flüssiges Löschmittel, d.h. ein Flüssiglöschmittel, insbesondere Löschwasser, aufzunehmen und vorzuhalten.

[0049] Unter einem Flüssiglöschmittel soll insbesondere verstanden werden ein Medium welches in flüssiger bzw. flüssig-fließfähiger Form zur Löschung bzw. Unterdrückung von Bränden geeignet ist. Bei dem Flüssiglöschmittel kann es sich insbesondere um ein flüssiges Löschmittel der Brandklasse A handeln. Unter Umständen kann das Flüssiglöschmittel auch ein Medium der Brandklasse B sein oder umfassen. Als Flüssiglöschmittel kommt in Ausgestaltungen der Erfindung insbesondere Wasser oder Wasser mit Zusätzen in Betracht. Mögliche Zusätze entsprechender Ausgestaltungen sind ins-

besondere organische und/oder anorganische Salze, wie z. B. $CaCl_2$, CH_3COOK, $CHKO_2$.

[0050] Die Brandschutzeinrichtung kann ferner mit einer Löschgasquelle 4, 5, insbesondere einer Inertgasquelle, ausgestattet sein, welche dazu ausgebildet sein kann, ein Löschgas druckbeaufschlagt bereitzustellen, zu erzeugen oder zu bevorraten. Die Löschgasquelle 4, 5 kann ausgebildet sein, zur Bereitstellung, Erzeugung und/oder bzw. zur bevorrateten Bereitstellung eines inertisierenden Gases.

[0051] Der Begriff inertisierend soll dabei insbesondere bedeuten, dass das Löschgas zumindest eine Brand- bzw. Feuerhemmende und/oder - unterdrückende Wirkung aufweist. Bei dem inertisierenden Gas kann es sich beispielsweise um Stickstoffgas oder auch um sauerstoffarmes Gasgemisch handeln. Bei dem inertisierenden Gas bzw. Inertgas kann es sich um Stickstoff oder um ein sonstiges, sauerstoffarmes Gas handeln. Jedenfalls sollte das inertisierende Gas dazu geeignet sein, den Sauerstoffgehalt in einem brand- und/oder feuergefährdeten Raum zumindest unter den für Verbrennungsreaktionen erforderlichen Sauerstoffgehalt abzusenken.

[0052] Die Inertgasquelle kann in Ausgestaltungen insbesondere eine Druckgasquelle, beispielsweise einen Druckspeicher bzw. Druckgasspeicher, beispielsweise in Form einer oder mehrerer Druckgasflaschen 4, umfassen. Weiterhin ist es möglich, dass die Inertgasquelle in Ausgestaltungen eine oder mehrere Einrichtungen zur kontinuierlichen Erzeugung von inertisierendem Gas umfasst, oder an eine solche Einrichtung angeschlossen ist.

[0053] Die vorgeschlagene Brandschutzeinrichtung 1 kann in Ausgestaltungen des Weiteren zumindest ein mit einem Ausgang der Inertgasquelle verbundenes erstes Leitungssystem 6 umfassen. Das erste Leitungssystem 6 kann dazu ausgebildet und eingerichtet sein, das inertisierende Gas der zumindest einen Inertgasquelle (4, 5) über einen ersten Leitungszweig 9 in zumindest einen Raum 11 des Flugzeugs einzuleiten.

[0054] Zur Einleitung des inertisierenden Gases in den Raum kann das erste Leitungssystem 6 an den im jeweiligen Raum mündenden Leitungsenden Auslassöffnungen 10 umfassen, die dazu ausgelegt sind, das inertisierende Gas in den jeweiligen Raum 11 einzuleiten. Durch die Einleitung des Inertgases kann im jeweiligen Raum 11 eine Atmosphäre erzeugt, eingestellt und/oder aufrecht erhalten werden, die zumindest brand- und/oder feuerhemmend wirkt.

[0055] Die Begasung des Raums mit inertisierendem Gas, insbesondere in einem extra dazu ausgelegten Leitungssystem, ist eine, mit dem vorgeschlagenen System umsetzbare und besonders effektive Möglichkeit zur raschen Bekämpfung bzw. Unterdrückung von Brand- und/oder Feuersituationen an Bord eines Flugzeugs oder eines anderen Verkehrsmittels. Es kann, wie bereits weiter oben hingewiesen wurde, erreicht werden, dass die Flüssig-Gas-basierte Löschung im Wesentlich ohne technische Schwierigkeiten durchgeführt werden kann.

[0056] Neben dem ersten Leitungssystem kann die Brandschutzeinrichtung in Ausgestaltungen des Weiteren ein zweites Leitungssystem 7 umfassen, an welches der Flüssiglöschmitteltank 2 angeschlossen ist und/oder in welches der Flüssiglöschmitteltank 2 integriert ist. Das zweite Leitungssystem 7 kann mit dem Ausgang der Inertgasquelle 4, 5 über einen zweiten Leitungszweig 13 des ersten Leitungssystems 6 gekoppelt oder verbunden sein. Das zweite Leitungssystem 7 ist dazu ausgebildet, ein 2-Phasen-Gemisch aus Flüssiglöschmittel und inertisierendem Gas in den zumindest einen Raum bzw. Löschvolumen 11, insbesondere Frachtraum, einzuleiten.

[0057] Das zweite Leitungssystem 7 ist insbesondere vom ersten Leitungssystem 6 gesondert oder verschieden ausgebildet, obgleich beide Leitungssysteme 6, 7 miteinander gekoppelt sind. Die Leitungssysteme 6, 7 können so ausgebildet und miteinander gekoppelt sein bzw. werden, dass in einer Löschmaßnahme lediglich inertisierendes Gas, lediglich das 2-Phasen-Gemisch oder gleichzeitig inertisierendes Gas über das erste Leitungssystem 6 und das 2-Phasen-Gemisch über das zweite Leitungssystem 7 in den Löschvolumen 11 eingeleitet werden kann.

[0058] Die Kopplung der Inertgasquelle 4, 5 mit dem zweiten Leitungssystem 7 kann insbesondere derart ausgestaltet sein, dass ein Flüssig-Gas-Gemisch mit vorgegebenem Mischungsverhältnis in den Löschvolumen 11 eingeleitet werden kann. Insbesondere kann das Mischungsverhältnis derart eingestellt sein, dass bei alleiniger Löschung mit dem Flüssig-Gas-Gemisch im Betriebsbereich die Löschkonzentration des Löschgases im Löschvolumen 11 nicht erreicht wird. Beispielsweise kann ein Mischpunkt, eine Mischkammer bzw. eine 2-Phasen-Mischeinheit so eingestellt oder ausgebildet sein, dass sich in der der 2-Phasen-Mischeinheit nachgeschalteten Löschmittelleitung eine turbulente 2-Phasenströmung ausbildet, die gerade so viel Löschgas enthält, dass die Löschkonzentration im Betriebsbereich nicht erreicht wird, und dennoch eine zufriedenstellende Verteilung der Löschflüssigkeit bzw. des Löschwassers im Löschvolumen 11 erreicht werden kann.

[0059] Ein Mischpunkt 17, eine Mischkammer bzw. Mischeinheit zur Erzeugung des 2-Phasen-Gemisches kann bei der vorgeschlagenen Brandschutzeinrichtung 1 in einem Leitungssegment zwischen Flüssiglöschmitteltank 2 und Auslassöffnungen 18 angeordnet sein, wobei der Mischpunkt bevorzugt in Nähe, weiter bevorzugt in unmittelbarer Nähe, des Flüssiglöschmitteltank 2 angeordnet sein kann.

[0060] Insgesamt ist das zweite Leitungssystem 7, insbesondere die Verbindung bzw. Kopplung zwischen Inertgassystem und Flüssiglöschmittel derart eingestellt und ausgebildet, dass sich in dem, dem Mischpunkt 17, der Mischkammer bzw. der Mischeinheit nachgeschalteten Leitungsabschnitt eine 2-Phasen-Strömung ausbildet.

[0061] Wie bereits erwähnt kann die Durchmischung

von Löschgas und Flüssiglöschmittel bzw. Löschwasser im Mischpunkt derart erfolgen, dass in dem dem Mischpunkt nachgeschalteten Leitungsabschnitt des zweiten Leitungssystems 7 eine 2-Phasen-Strömung, d.h. eine Strömung aus Löschmitteltröpfchen, vorliegt. Dies kann dadurch erreicht werden, dass im Vergleich zu bekannten Systemen die Menge an Löschgas derart reduziert ist, dass die oben genannte Bedingung erreicht wird, d.h. dass die Löschkonzentration nicht erreicht wird. Mit einer verringerten Menge an Löschgas kann insbesondere die in das zweite Leitungssystem 7 eingetragene Expansionskälte, die bei Expansion des Löschgases aus dem Druckgasspeicher entsteht, verringert werden, so dass beim Löschwasser Eisbildung und Vereisung im Betriebsbereich vermieden werden können.

[0062] Durch die nebeneinander bestehenden Möglichkeiten der druckbeaufschlagten Einleitung des Inertgases und der Einleitung des 2-Phasen-Gemisches in den Raum kann eine besonders effiziente, mit vergleichsweise geringem Löschmitteleinsatz durchführbare Feuer- und/oder Brandbekämpfung erreicht werden.

[0063] Insbesondere durch die Erzeugung einer 2-Phasen-Strömung und die Zufuhr der 2-Phasen-Strömung über die Auslassöffnungen in den oder die jeweils betroffenen Räume kann eine vergleichsweise gute und feine Verteilung, Zerstäubung und Vernebelung des Flüssiglöschmittels erreicht werden, so dass Brand- und/oder Feuerherde vergleichsweise effektiv und effizient unterdrückt bzw. bekämpft werden können.

[0064] Zur Einstellung eines geeigneten Gemisches aus Flüssiglöschmittel und Löschgas kann die Brandschutzeinrichtung 1 in Ausgestaltungen eine entsprechende Steuerung und/oder Regelung umfassen, welche dazu ausgelegt ist, ein geeignetes Mischungsverhältnis einzustellen derart, dass sich dem Mischpunkt nachgeschaltet eine 2-Phasen-Strömung im zweiten Leitungssystem einstellt. Insbesondere können zur Einstellung eines geeigneten Mischungsverhältnisses speziell ausgebildete Drosseln zur Einstellung des Flüssig-Gas-Gemisches vorhanden sein.

[0065] Die vorgeschlagene Brandschutzeinrichtung 1 kann mit vergleichsweise geringen Drücken im Bereich zwischen 8 und 30 bar im Leitungssystem betrieben werden. Insbesondere bei solchen Drücken kann erreicht werden, dass sich im zweiten Leitungssystem 7 eine 2-Phasen-Strömung aus dem Flüssiglöschmittel ausbildet. Abgesehen davon kann bei Leitungssystemen und weiteren Komponenten der Brandschutzeinrichtung 1 gegenüber Systemen, die mit wesentlich höheren Drücken (insbesondere 100 bar und mehr) arbeiten, Gewicht eingespart werden. Ferner sei erwähnt, dass die geringeren Drücke einen geringeren Aufwand im Hinblick auf Berstsicherheit und dergleichen erfordern.

[0066] Insgesamt wird ersichtlich, dass die vorweg beschriebene Brandschutzeinrichtung 1 die Möglichkeit für eine gewichts- und raum-optimierte Brandbekämpfung bietet, welche insbesondere für den Einsatz an Bord von Flugzeugen und anderen Transportmitteln geeignet ist.

[0067] In Ausgestaltungen kann der zweite Leitungszweig 13 einerseits dazu ausgebildet und eingerichtet sein, im Einsatzfalle den Flüssiglöschmitteltank mit Druck zu beaufschlagen. Hierzu kann eine erste Zweigleitung 14 des zweiten Leitungszweigs 13 über eine Gasdrossel 15, beispielsweise eine Blende, mit dem inneren Volumen des Flüssiglöschmitteltanks 2 verbunden sein. Die Druckbeaufschlagung und der Anschluss des zweiten Leitungszweigs 13 an den Flüssiglöschmitteltank 2 kann insbesondere derart ausgebildet sein, dass im Einsatzfalle das Flüssiglöschmittel 3 aus dem Flüssiglöschmitteltank 2 gedrückt bzw. gepresst werden kann.

[0068] Andererseits kann der zweite Leitungszweig 13 auch dazu ausgebildet und eingerichtet sein, inertisierendes Gas für die Erzeugung des 2-Phasen-Gemisches bereitzustellen bzw. einem Mischpunkt 17, einer Mischkammer oder einer Mischeinheit zuzuführen. Hier kann der zweite Leitungszweig 13, insbesondere eine zweite Zweigleitung 16, über eine zweite Gasdrossel 15 mit dem Mischpunkt 17 verbunden sein. Der Mischpunkt 17 ist, wie weiter oben bereits diskutiert, dem Flüssiglöschmitteltank 2 nach- und den Auslassöffnungen 18 vorgeschaltet.

[0069] Über die Gasdrosseln 15 kann insbesondere das Mischungsverhältnis zwischen Flüssiglöschmittel 3 und Löschgas im Mischpunkt eingestellt bzw. beeinflusst werden. Insbesondere kann über die Gasdrossel 15 der Volumen- bzw. Massestrom an Flüssiglöschmittel 3 zum Mischpunkt 17 eingestellt werden, und es kann der Druck und/oder Volumenstrom des inertisierenden Gases zum bzw. im Mischpunkt 17 eingestellt werden.

[0070] In Ausgestaltungen kann die Inertgasquelle einen Druckgasbehälter, insbesondere eine oder mehrere Druckgasflaschen 4, und/oder ein an Bord des Flugzeugs vorhandenes Inertgaserzeugungssystem umfassen. Das Volumen und/oder die Anzahl der Druckgasbehälter kann/können je nach Anforderungen und Gegebenheiten der mit Brandschutzmaßnahmen zu versehenden Räume, wie Raumvolumen und Dauer einer Brandbekämpfungsmaßnahme, Leckage-/Luftaustauschrate und in Abhängigkeit der Leistungsfähigkeit des Inertgaserzeugungssystems variieren bzw. entsprechend skaliert sein.

[0071] Bei der vorgeschlagenen Brandschutzeinrichtung 1 kann insbesondere ein zweistufiger bzw. ein 2-phasiger Brandbekämpfungsablauf durchgeführt werden.

[0072] In einer Löschmaßnahme kann durch Aktivierung bzw. Öffnen eines oder mehrerer Gasventile 20 des/der Druckgasbehälter inertisierendes Gas, beispielsweise Stickstoff, über das erste Leitungssystem 6 in den jeweiligen Löschvolumen 11 oder die jeweiligen Löschvolumen 11 eingeleitet werden, wodurch insbesondere der Sauerstoffgehalt der Luft reduziert werden kann, beispielsweise auf einen Gehalt von unter 12 %, was oberhalb der Löschkonzentration liegt. Gleichzeitig kann über das zweite Leitungssystem 7 das Gemisch aus Flüssiglöschmittel und Löschgas eingeleitet werden,

um etwaige Brand- oder Flammherde unter die Entzündungstemperatur zu kühlen. Die zeitliche Reihenfolge der Löschmaßnahmen kann entsprechend der jeweiligen Anforderungen gewählt werden. Insbesondere können beide Löschmaßnahmen gleichzeitig angestoßen werden, und nach Verbrauch des Flüssiglöschmittels 3 kann die Einleitung von Löschgas in den/die Löschvolumen 11 fortgesetzt werden, um die Konzentration über der Löschkonzentration zu halten.

[0073] In Varianten kann vorgesehen sein, dass Ausgänge des Druckgasbehälters 4 und des Inertgaserzeugungssystems 5 in einem Kreuzungspunkt des ersten Leitungssystems 6 miteinander verbunden sind. So kann das erste Leitungssystem 6 und indirekt auch das zweite Leitungssystem 7, sowohl über den oder die Druckgasbehälter 4 als auch über das Inertgaserzeugungssystem 5 mit Löschgas versorgt bzw. beaufschlagt werden.

[0074] In weiteren Varianten kann vorgesehen sein, dass das Inertgaserzeugungssystem 5 gegenüber dem ersten Leitungssystem 6 durch ein Rückschlagventil 22 gesichert ist. Konkret kann vorgesehen sein, dass dem Inertgaserzeugungssystem 5 nachgeschaltet und dem Kreuzungspunkt vorgeschaltet, das Rückschlagventil 22 vorhanden ist, so dass ein Rückfluss von Löschgas oder gar Flüssiglöschmittel 3 vom ersten Leitungssystem 6 und/oder zweiten Leitungssystem 7 zum Inertgaserzeugungssystem 5 unterbunden werden kann.

[0075] Bevorzugt ist der Druckgasquelle 4 nachgeschaltet ein zur Druckeinstellung des Löschgases ausgebildetes Reduzierventil bzw. ein Druckminderer 21 vorhanden. Das Reduzierventil ist bevorzugt dem Kreuzungspunkt 8, in welchem die Druckgasflasche/n 4 und das Inertgaserzeugungssystem 5 miteinander verbunden sind, vorgeschaltet. Eine entsprechend aufgebaute Brandschutzeinrichtung 1 kann insbesondere die bei Flugzeugen erforderlichen Sicherheitsstandards erfüllen.

[0076] Zur Aktivierung der Inertgasquelle, insbesondere der Druckgasflasche 4 und/oder des Inertgaserzeugungssystems 5, d.h. zur Aufschaltung der Inertgasquelle auf das erste und/oder zweite Leitungssystem 6, 7 zur Einspeisung von inertisierendem Gas, können jeweils Automatikventile vorhanden sein, die im Notfall bzw. Einsatzfall eine vergleichsweise rasche Aufschaltung der Inertgasquelle an das erste und/oder zweite Leitungssystem 6, 7 ermöglichen. Insbesondere können die Automatikventile derart ausgebildet sein, dass diese im Notfall automatisch öffnen und/oder fernausgelöst geöffnet werden können. Bei den Automatikventilen kann es sich insbesondere um pyrotechnische Ventile 20 handeln, die insbesondere auch über längere Zeitspannen hinweg vergleichsweise zuverlässig sind.

[0077] In Ausgestaltungen kann zwischen den Gas-Auslassöffnungen 10, die zur Einleitung des inertisierenden Gases in den/die Räume 11 vorgesehen sind, und der Inertgasquelle 4, 5 zumindest ein erstes Schalt- und Verteilventil 12 vorhanden sein. Das Verteilventil 12 kann so ausgebildet sein, dass im Einsatzfall diejenige oder diejenigen Gas-Auslassöffnungen 10 bzw. diejenige Gruppe von Gas-Auslassöffnungen 10 oder derjenige Leitungsstrang mit einer oder mehreren Gas-Auslassöffnungen 10 selektiv ausgewählt und beschaltet werden kann, welche/r mit inertisierendem Gas beaufschlagt werden soll/en.

[0078] In Ausgestaltungen kann vorgesehen sein, dass zwischen der zumindest einen Auslassöffnung 18 und dem Flüssiglöschmitteltank 2 ein zweites Schalt- und Verteilventil 19 vorhanden ist. Das zweite Schalt- und Verteilventil 19 kann dazu eingerichtet sein, im Einsatzfall diejenige oder diejenigen Auslassöffnungen 18 bzw. Gruppe von Auslassöffnungenn 18 oder einen Leitungsstrang mit einer oder mehreren Auslassöffnungen 18 selektiv auszuwählen und zu beschalten, welche mit dem 2-Phasen-Gemisch beaufschlagt werden soll/en.

[0079] Die Beschaltung der Gas-Auslassöffnungen 10 und/oder Auslassöffnungen 18 kann in Ausgestaltungen derart eingerichtet sein, dass in Abhängigkeit von der Gefahrensituation im Einsatzfall in einem oder mehreren Bereichen des Flugzeugs unter Aktivierung der vorgeschlagenen Brandschutzeinrichtung 1 Brandbekämpfungsmaßnahmen, insbesondere automatisiert, eingeleitet und durchgeführt werden.

[0080] Es zeigt sich insbesondere, dass die vorweg beschriebene Brandschutzeinrichtung 1 und Ausgestaltungen derselben ein effektives und effizientes, und gleichzeitig gewichtsoptimiertes Brandschutzsystem für Flugzeuge, insbesondere Verkehrsflugzeuge darstellt.

[0081] Mit der vorgeschlagenen Brandschutzeinrichtung 1 kann ein Verfahren zur Brandbekämpfung in einem oder mehreren Räumen eines Flugzeugs insbesondere entsprechend der nachfolgenden Beschreibung durchgeführt werden.

[0082] In einer Löschmaßnahme kann über die Auslassöffnungen 18 das 2-Phasen-Gemisch aus Flüssiglöschmittel 3 und inertisierendem Gas in einen oder mehrere, von Brand und/oder Feuer betroffene Räume 11 des Flugzeugs eingeleitet werden.

[0083] Gleichzeitig, zeitlich versetzt dazu oder zeitlich anschließend kann in einer weiteren Löschmaßnahme inertisierendes Gas über das erste Leitungssystem 6 und die Gas-Auslassöffnungen 10 in den oder die jeweiligen Räume eingeleitet werden.

[0084] Insbesondere bei gleichzeitiger Einleitung des inertisierenden Gases über das erste Leitungssystem 6 und des 2-Phasen-Gemisches, über das zweite Leitungssystem 7, kann eine vergleichsweise schnelle Brandbekämpfung und -Unterdrückung erreicht werden. Durch die Begasung mit inertisierendem Gas, insbesondere Stickstoff und/oder einem anderen sauerstoffarmen Gas, über das erste Leitungssystem 7 kann der Sauerstoffgehalt im jeweiligen Raum abgesenkt werden, z.B. auf weniger als 12%, so dass die Löschkonzentration erreicht wird um den Ablauf von Verbrennungsreaktionen zu unterbinden. Durch die Einleitung des 2-Phasen-Gemisches kann u.a. eine Absenkung der Temperatur von Flamm- oder Brandherden unter die Entzündungs-

temperatur erreicht werden.

[0085] Das Verfahren kann insbesondere derart ausgelegt sein, dass die Flüssig-GasLöschmaßnahme über Zeiträume von einigen Minuten ausgedehnt werden kann. Beschränkend für die Dauer der Flüssig-Gas-Löschmaßnahme ist insbesondere die Menge an Flüssiglöschmittel 3 und/oder die Menge an vorgehaltenem Inertgas. Die Gas-Löschmaßnahme kann so ausgelegt sein, dass die inertisierende Atmosphäre in dem oder den Räumen bis hin zu einigen Stunden aufrechterhalten werden kann. In der Gas-Löschmaßnahme wird das Inertgas bevorzugt aus dem Inertgaserzeugungssystem 5 entnommen, während in der Flüssig-Gas-Löschmaßnahme das Inertgas bevorzugt aus der Druckgasbevorratung 4 entnommen wird.

[0086] Mit dem vorgeschlagenen 2-stufigen bzw. 2-phasigen Verfahren kann ein vergleichsweise effektiver und effizienter sowie auch schlagkräftiger Brandschutz an Bord von Flugzeugen erreicht werden.

[0087] In Ausgestaltungen des Verfahrens kann die Aktivierung der Brandschutzeinrichtung 1 durch eine pyrotechnische Aktivierungseinheit, z.B. die pyrotechnischen Ventile 20, erfolgen.

[0088] In Ausgestaltungen des Verfahrens kann weiterhin vorgesehen sein, dass in einer 2-Phasen-Mischeinheit das Flüssiglöschmittel 3 und das inertisierende Gas derart vermischt werden, dass sich in einem der 2-Phasen-Mischeinheit nachgeschalteten Leitungsabschnitt des zweiten Leitungssystems eine 2-Phasen-Strömung aus Löschmitteltröpfchen in einem Volumenstrom aus inertisierendem Gas ausbildet.

[0089] In Varianten kann vorgesehen sein, dass die 2-Phasen-Strömung derart generiert wird, dass eine mittlere Tröpfchengröße, d. h. mittlerer Tröpfchendurchmesser am Austrittsort (Auslassöffnung 18), im Bereich zwischen 10 und 100 μm erzeugt wird.

[0090] In Ausgestaltungen des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass an den Auslassöffnungen 18 während der Einleitung des 2-Phasen-Gemisches ein vorgegebener, im Wesentlichen konstanter Ausgangsdruck herrscht bzw. eingestellt ist. Beispielsweise kann der Druck im Bereich zwischen 8 und 15 bar oder zwischen 8 und 30 bar liegen. Mit Einstellung eines konstanten Ausgangsdrucks kann eine besonders vorteilhafte, insbesondere gleichmäßige, Verteilung der Löschmittel-Tröpfchen in den jeweiligen Räumen 11 erreicht werden.

[0091] Es zeigt sich insbesondere, dass das vorgeschlagene 2-stufige Verfahren in Kombination mit der hierin ebenfalls vorgeschlagenen Brandschutzeinrichtung 1 eine besonders effektive und effiziente Möglichkeit der Brandbekämpfung in Flugzeugen bietet.

[0092] Insbesondere bei Verwendung von Wasser als Flüssiglöschmittel kann zur Vermeidung von Vereisung oder gar dem einfrieren des Flüssiglöschmitteltanks, beispielsweise bei längeren Bodenstandzeiten, eine (in den Figuren nicht gezeigte) Heizung installiert sein. Die Heizung ist, sofern vorhanden, bevorzugt derart ausgelegt, dass das Tankvolumen innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer, beispielsweise im Bereich von 30 Minuten, aufgetaut werden kann. Möglich wäre auch, dem Flüssiglöschmittel einen Vereisungsschutz beizumischen. Eine weitere Alternative, ein Einfrieren des Tanks bei längeren BodenStandzeiten zu vermeiden, ist, den Flüssiglöschmitteltank mit dem Frischwassersystem zu koppeln, derart dass der Flüssiglöschmitteltank zusammen mit dem Frischwasser vor längeren Bodenstandzeiten geleert und vor Flugbeginn wieder befüllt werden kann, wodurch ein Einfrieren zumindest während längerer Bodenstandzeiten vermieden werden kann.

[0093] FIG. 2 zeigt einen schematischen Aufbau einer beispielhaften Ausführungsform einer hierin vorgeschlagenen Benetzungsanlage. Die Benetzungsanlage 23 umfasst einen Flüssiglöschmitteltank 2 und eine zur druckbeaufschlagten Bereitstellung eines Löschgases, insbesondere Inertgases, ausgebildete Druckgasflasche 4. Hierbei soll erwähnt werden, dass auch mehrere Flüssiglöschmitteltanks 2 und/oder mehrere Druckgasflaschen 4 vorhanden sein können, die insbesondere jeweils untereinander verbunden sein können.

[0094] Die Druckgasflasche 4 ist über eine erste Löschgasleitung 24 und eine zwischengeschaltete Gasdrossel mit dem Flüssiglöschmitteltank 2 verbunden. Auf diese Weise kann das im Flüssiglöschmitteltank 2 enthaltene Flüssiglöschmittel 3, insbesondere in definierter Weise, aus dem Flüssiglöschmitteltank 2 gedrückt werden.

[0095] Die Druckgasflasche 4 ist über die erste Löschgasleitung 24 und eine davon abzweigende zweite Löschgasleitung 25 mit einer Auslassöffnung 18 verbunden. Optional kann in der ersten Löschgasleitung 24 der Druckgasflasche unmittelbar nachgeschaltet noch ein Druckregler 26 eingebaut sein. Der Flüssiglöschmitteltank 2 ist über eine Löschmittelleitung 27 mit dem Mischpunkt 17 verbunden.

[0096] In der zweiten Löschgasleitung 25 sind in Strömungsrichtung des Löschgases nacheinander eine Gasdrossel 15 und ein Mischpunkt 17 vorhanden. Über die beiden Drosseln 15 kann/können die Menge, bzw. Volumina, an Löschgas und Flüssiglöschmittel, die dem Mischpunkt zugeführt werden, eingestellt werden.

[0097] Die Benetzungsanlage 23 ist auf ein vorgegebenes Löschvolumen skaliert, und insbesondere sind die Drosseln 15 und der Mischpunkt 17 derart eingerichtet, dass das Löschgas-zu-Flüssiglöschmittel-Verhältnis so eingestellt ist, dass bei einem Betrieb der Benetzungsanlage 23 im Betriebsbereich, d.h. bei Einleitung des 2-Phasen-Gemisches in das Löschvolumen, d.h. in einen oder mehrere Räume, die Löschkonzentration an Löschgas im Löschvolumen nicht erreicht wird, d.h. dass die Konzentration an Löschgas unter der Löschkonzentration verbleibt. Hieraus ergeben sich insbesondere die weiter oben beschriebenen Vorteile.

[0098] FIG. 3 zeigt einen schematischen Aufbau einer beispielhaften zweiten Ausführungsform einer hierin vorgeschlagenen Brandschutzeinrichtung 1, umfassend die Benetzungsanlage 23 nach FIG. 2. Neben der wie in FIG.

2 beschriebenen Benetzungsanlage 23 umfasst die Brandschutzeinrichtung 1 des Weiteren eine Gaslöschanlage 28, die funktionell mit der Benetzungsanlage 23 gekoppelt ist. Wie bereits beschrieben, kann durch die Benetzungsanlage 23 das 2-Phasen-Gemisch in den/die Räume 11 bzw. das Löschvolumen eingeleitet werden. Aufgrund der vergleichsweise geringen Menge an Löschgas, die dem Flüssiglöschmittel zugemischt wird, insbesondere um Vereisungen zumindest zu vermeiden, wird die Konzentration an Löschgas bei der Flüssig-Gas-Löschung durch die Benetzungsanlage 23 nicht erreicht.. Um die Löschgaskonzentration dennoch zu erreichen, und diese auch nach der Flüssig-Gas-Löschung aufrecht zu erhalten, ist die Gaslöschanlage 28 vorhanden, die dazu vorgesehen ist, Löschgas in den/die Räume einzuleiten. Durch die Kombination und funktionelle Kopplung der Benetzungsanlage 23 mit der Gaslöschanlage 28 kann eine besonders sichere und zuverlässige Brandbekämpfung erreicht werden.

[0099] Die Gaslöschanlage 28 umfasst im vorliegenden Beispiel eine Druckgasflasche 4, die über eine dritte Löschgasleitung 29 mit der Gas-Auslassöffnungen 10 verbunden ist. Optional können zwischen Ausgang der Druckgasflasche 4 und Gas-Auslassöffnungen 10 ein Druckregler 26 und/oder eine Gasdrossel 15 vorhanden sein.

[0100] FIG. 4 zeigt einen schematischen Aufbau einer beispielhaften dritten Ausführungsform einer hierin vorgeschlagenen Brandschutzeinrichtung 1. Die Brandschutzeinrichtung der dritten Ausführungsform unterscheidet sich von der der zweiten Ausführungsform nach FIG. 3, darin, dass das die Benetzungsanlage 23 und die Gaslöschanlage 28 aus einem, oder optional auch mehreren, Druckgasflaschen 4 gemeinsam gespeist werden. Dabei ist die dritte Gasleitung 29 mit der ersten Löschgasleitung 24 verbunden bzw. gekoppelt. Zur Einstellung der dem Mischpunkt 17, der Auslassöffnung 18 und der Gas-Auslassöffnungen 10 zugeführten Mengen bzw. Volumina an Löschgas bzw. Flüssiglöschmittel kann die Benetzungsanlage 1 in den ersten bis dritten Löschgasleitungen 24, 25, 29 diverse Drosseln 15 und/oder Druckregler 26 umfassen.

[0101] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der ersten Löschgasleitung 24 ein Druckregler 26 vorgeschaltet, und in der ersten 24 und zweiten Löschgasleitung 25 sind dem Druckregler 26 nachgeschaltet Drosseln 15 vorhanden. Diese Anordnung und Leitungsführung entspricht der nach FIG. 2 und FIG. 3.

[0102] Bei der Gaslöschanlage 28 kann in der dritten Löschgasleitung 29 zwischen Druckgasflasche 4 bzw. erster Löschgasleitung 24 und der Gas-Auslassöffnungen 10 optional ein Druckregler 26 und/oder eine Gasdrossel 15 vorgesehen sein. Sofern beide Elemente vorhanden sind, kann die Gasdrossel 15 dem Druckregler 26 in Strömungsrichtung des Löschgases vorgeschaltet sein.

[0103] FIG: 5 zeigt einen schematischen Aufbau einer beispielhaften vierten Ausführungsform einer hierin vorgeschlagenen Brandschutzeinrichtung 1. Die Brandschutzeinrichtung 1 nach der vierten Ausführungsform umfasst, wie die zweiten und dritten Ausführungsformen, eine als Benetzungseinheit 23 arbeitende Untereinheit und eine als Gaslöschanlage 28 arbeitende Untereinheit. Die beiden Untereinheiten entsprechen in ihrer generellen Funktion den zweiten und dritten Ausführungsformen. In der vorliegenden Ausführungsform sind die beiden Untereinheiten im Bereich der gasführenden Leitungen miteinander gekoppelt, was nachfolgend noch genauer beschrieben wird.

[0104] Die als Benetzungseinheit 23 arbeitende Untereinheit umfasst einen Druckgastank 4, der über einen optionalen Druckregler 26 und über eine Gasdrossel 15 mit dem Flüssiglöschmitteltank 2 über die erste Löschgasleitung 24 verbunden ist. Anstelle eines einzelnen Druckgastanks 4 können auch mehrere miteinander verbundene Druckgastanks 4 bei der Benetzungseinheit 23 vorhanden sein. Der Flüssiglöschmitteltank 2 ist über die Löschmittelleitung 27 mit dem Mischpunkt 17 verbunden, so dass bei Bedruckung des Flüssiglöschmitteltank 2 mit Löschgas aus dem Druckgastank 4 der Benetzungseinheit 23 dem Mischpunkt 17 das Flüssiglöschmittel 3 zugeführt werden kann.

[0105] Die als Gaslöschanlage 28 arbeitende Untereinheit umfasst einen Druckgastank 4 zur druckbeaufschlagten Bevorratung und Bereitstellung von Löschgas. An Stelle des einen Druckgastanks können auch mehrere miteinander verbundene Druckgastanks vorhanden sein. Dem Druckgastank 4 ist ein Druckregler 26 nachgeschaltet, von welchem aus einerseits die Gas-Auslassöffnungen 10 über eine optionale Gasdrossel 15 gespeist ist, und andererseits über eine Gasdrossel 15 der Mischpunkt 17 gespeist ist. Das bedeutet, dass der der Gaslöschanlage 28 zugeordnete Druckgastank 4 durch verschiedene Leitungszweige sowohl mit der Gas-Auslassöffnungen 10 als auch mit dem Mischpunkt 17 verbunden ist, und diese im Betrieb mit Löschgas speist.

[0106] Die Gasdrosseln 15 und, sofern vorhanden Druckregler 26, sind so ausgebildet und eingerichtet, dass die weiter oben beschriebenen erfindungsgemäßen Wirkungen erreicht werden, d.h. dass die Flüssiglöschmittel-Löschgas-basierte Löschung als solche unter Betriebsbereich nicht dazu führt, dass die Löschkonzentration für das Löschgas erreicht wird.

[0107] Bei der Ausgestaltung nach FIG. 5 werden die Gas-Auslassöffnungen 10 und der Mischpunkt 17 gleichzeitig mit Löschgas gespeist. Demzufolge erfolgt bei Aktivierung der Brandschutzanlage 1, insbesondere bereits bei Aktivierung der als Benetzungsanlage 23 arbeitenden Untereinheit, eine Beaufschlagung des Löschvolumens, d.h. des Raums 11, mit Löschgas aus der Gas-Auslassöffnungen 10 und dem 2-Phasen-Gemisch aus der Auslassöffnungen 18.

[0108] Insbesondere aus obiger Beschreibung wird deutlich, dass die hierin vorgeschlagene Benetzungsanlage 23 und eine damit ausgestattete Brandschutzeinrichtung 1, sowie auch das vorgeschlagene Verfahren

zur Brandbekämpfung die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe lösen.

Bezugszeichenliste

[0109]

1	Brandschutzeinrichtung
2	Flüssiglöschmitteltank
3	Flüssiglöschmittel
4	Druckgasflasche
5	Einrichtung zur Inertgaserzeugung
6	erstes Leitungssystem
7	zweites Leitungssystem
8	Ausgang
9	erster Leitungszweig
10	Gas-Auslassöffnung
11	Löschvolumen
12	erstes Verteilventil
13	zweiter Leitungszweig
14	erste Zweigleitung
15	Gasdrossel
16	zweite Zweigleitung
17	Mischpunkt
18	Auslassöffnung
19	zweites Verteilventil
20	pyrotechnisches Ventil
21	Druckminderer
22	Rückschlagventil
23	Benetzungsanlage
24	erste Löschgasleitung
25	zweite Löschgasleitung
26	Druckregler
27	Löschmittelleitung
28	Gaslöschanlage
29	dritte Löschgasleitung

Patentansprüche

1. Benetzungsanlage (23) für Brandschutzsysteme (1), ausgebildet und eingerichtet zur Benetzung eines vorgegebenen Löschvolumens (11) mit Flüssiglöschmittel (3), umfassend

- einen zur Bevorratung des Flüssiglöschmittels (3) ausgebildeten Flüssiglöschmitteltank (2),
- einen zur bedruckten Bevorratung von Löschgas ausgebildeten Druckgasspeicher (4) und
- ein Leitungssystem (7; 24, 25) ausgebildet zur Einleitung eines Löschflüssigkeits-Gas-Gemisches in das Löschvolumen (11) über zumindest eine Austrittsöffnung (18),

wobei
der Flüssiglöschmitteltank (2) und Druckgasspeicher (4)

- über das Leitungssystem (24) miteinander verbunden sind und
- einen zur Erzeugung des Löschflüssigkeit-Gas-Gemisches ausgebildeten und der zumindest einen Austrittsöffnung (18) vorgeschalteten Mischpunkt (17) des Leitungssystems (7; 24, 25) speisen,

wobei
das Leitungssystem (7; 24, 25) derart ausgebildet und ausgelegt ist, dass in einer reinen Flüssig-Gas-Löschmaßnahme in einem definierten Betriebsbereich die Konzentration des Löschgases im Löschvolumen (11) unterhalb der Löschkonzentration verbleibt.

2. Benetzungsanlage (23) nach Anspruch 1, wobei das Leitungssystem (7; 24, 25) zumindest ein, dem Mischpunkt (17) vorgeschaltetes Druck- und/oder Volumenbegrenzungselement (15, 26) umfasst, durch welches der Druck und/oder Volumenstrom des Löschgases derart eingestellt ist, dass die Konzentration des Löschgases im Löschvolumen (11) bei reiner Flüssig-Gas-Löschung im Betriebsbereich unterhalb der Löschkonzentration verbleibt.

3. Benetzungsanlage (23) nach Anspruch 2, wobei das zumindest eine Druck- und/oder Volumenbegrenzungselement (15, 26) derart ausgebildet ist, dass das Löschflüssigkeits-Gas-Gemisch eine Zusammensetzung aus 50 Gew.% bis 70 Gew.% Löschflüssigkeit und 30 Gew.% bis 50 Gew.% Löschgas aufweist.

4. Benetzungsanlage (23) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das zumindest eine Druck- und/oder Volumenbegrenzungselement (15, 26) derart ausgebildet ist, dass der Löschgasdruck im Leitungssystem zwischen 8 bar und 30 bar liegt.

5. Benetzungsanlage (23) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, umfassend des Weiteren ein mit dem Druckgasspeicher (4) verbundenes, vorzugsweise vom Leitungssystem (7; 24, 25) verschiedenes, weiteres Leitungssystem (29), welches dazu ausgebildet und eingerichtet ist über Gas-Auslassöffnungen (10) ausschließlich Löschgas in das Löschvolumen (11) einzuleiten.

6. Benetzungsanlage (23) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Druckgasspeicher (4) zumindest zwei Druckgastanks (4) umfasst, wobei das Leitungssystem (7, 24, 25) von einem ersten Druckgastank (4) gespeist ist, und das weitere Leitungssystem (29) von einem separaten zweiten Druckgastank (4) gespeist ist.

7. Benetzungsanlage (23) nach einem der Ansprüche

1 bis 5, wobei der Druckgasspeicher (4) mehrere untereinander verbundene Druckgastanks (4) umfasst, welche gemeinsam das Leitungssystem (7, 24,25), den Flüssiglöschmitteltank (2) und das weitere Leitungssystem speisen (29).

8. Benetzungsanlage (23) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Flüssiglöschmitteltank (2) einen diesem zugeordneten gesonderten Druckgasspeicher (4) zur druckbeaufschlagten Einbringung des Flüssiglöschmittels in das Leitungssystem (7, 24, 25) umfasst.

9. Brandschutzanlage (1) umfassend eine Benetzungsanlage (23) nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

10. Brandschutzanlage (1) nach Anspruch 9, umfassend des Weiteren eine Gaslöschanlage (28), welche dazu ausgebildet ist, ausschließlich Löschgas in das Löschvolumen (11) einzuleiten derart, dass im Löschvolumen (11) eine zumindest brandhemmende Löschkonzentration an Löschgas erreicht wird.

11. Verfahren zur Brandbekämpfung in einem Löschvolumen (11) in Flugzeugen, unter Verwendung einer Benetzungsanlage (23) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 oder einer Brandschutzanlage (1) nach einem der Ansprüche 9 oder 10, wobei in einer Brandbekämpfungsmaßnahme über ein Leitungssystem (7; 24, 25) ein Flüssig-Gas-Gemisch aus Flüssiglöschmittel und Löschgas in das Löschvolumen (11) eingeleitet wird, wobei die Einleitung des Flüssig-Gas-Gemisches derart eingestellt ist, dass durch die reine Flüssig-Gas-Löschung in einem definierten Betriebsbereich die Konzentration des Löschgases im Löschvolumen (11) unterhalb der Löschkonzentration des Löschgases verbleibt.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei in einer weiteren Brandbekämpfungsmaßnahme, der zeitgleich, zeitlich überlappend und/oder zeitlich nach der Brandbekämpfungsmaßnahme verlaufen kann, über ein weiteres Leitungssystem (6; 29) ausschließlich Löschgas in das Löschvolumen (11) eingeleitet wird.

Fig. 1

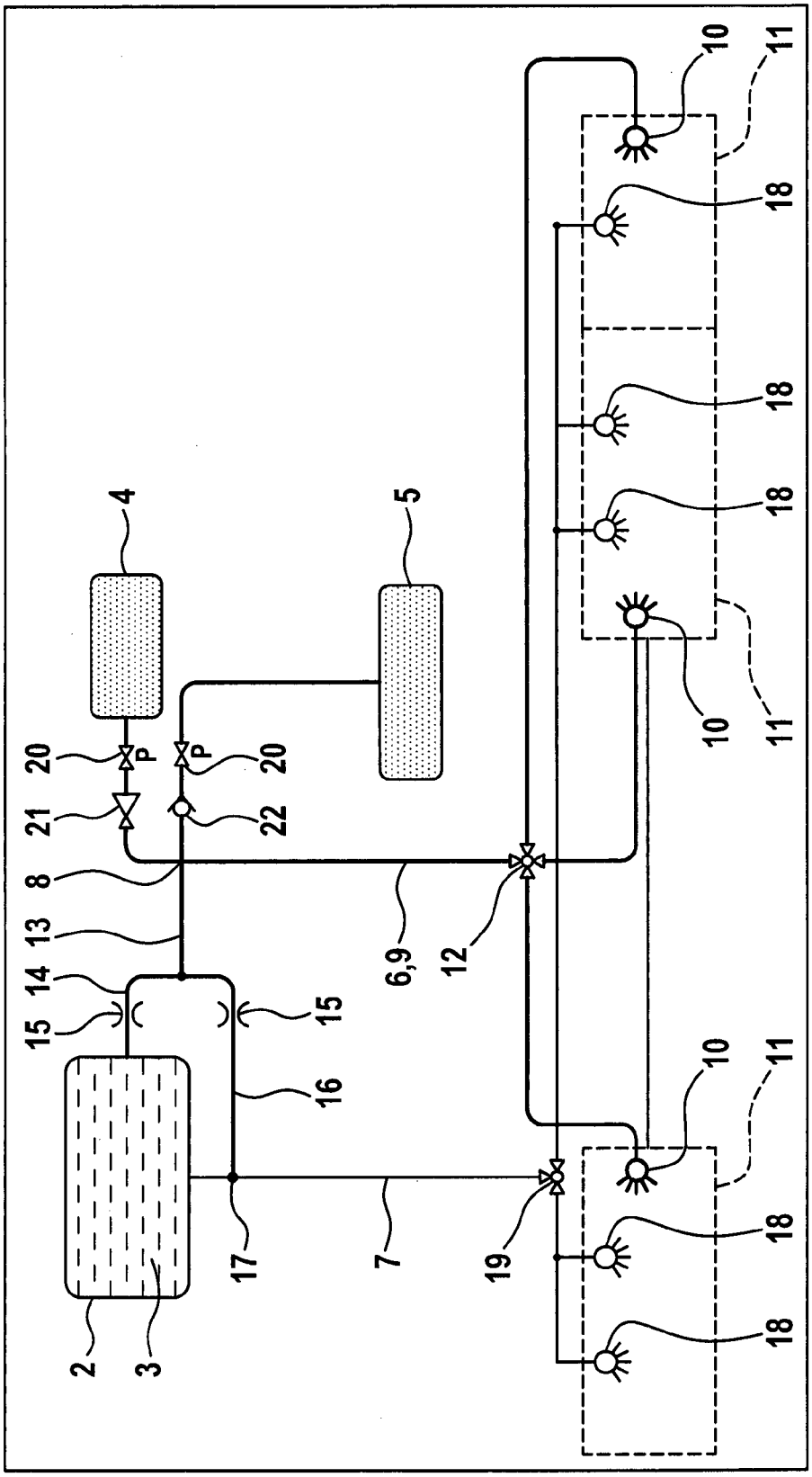


Fig. 2

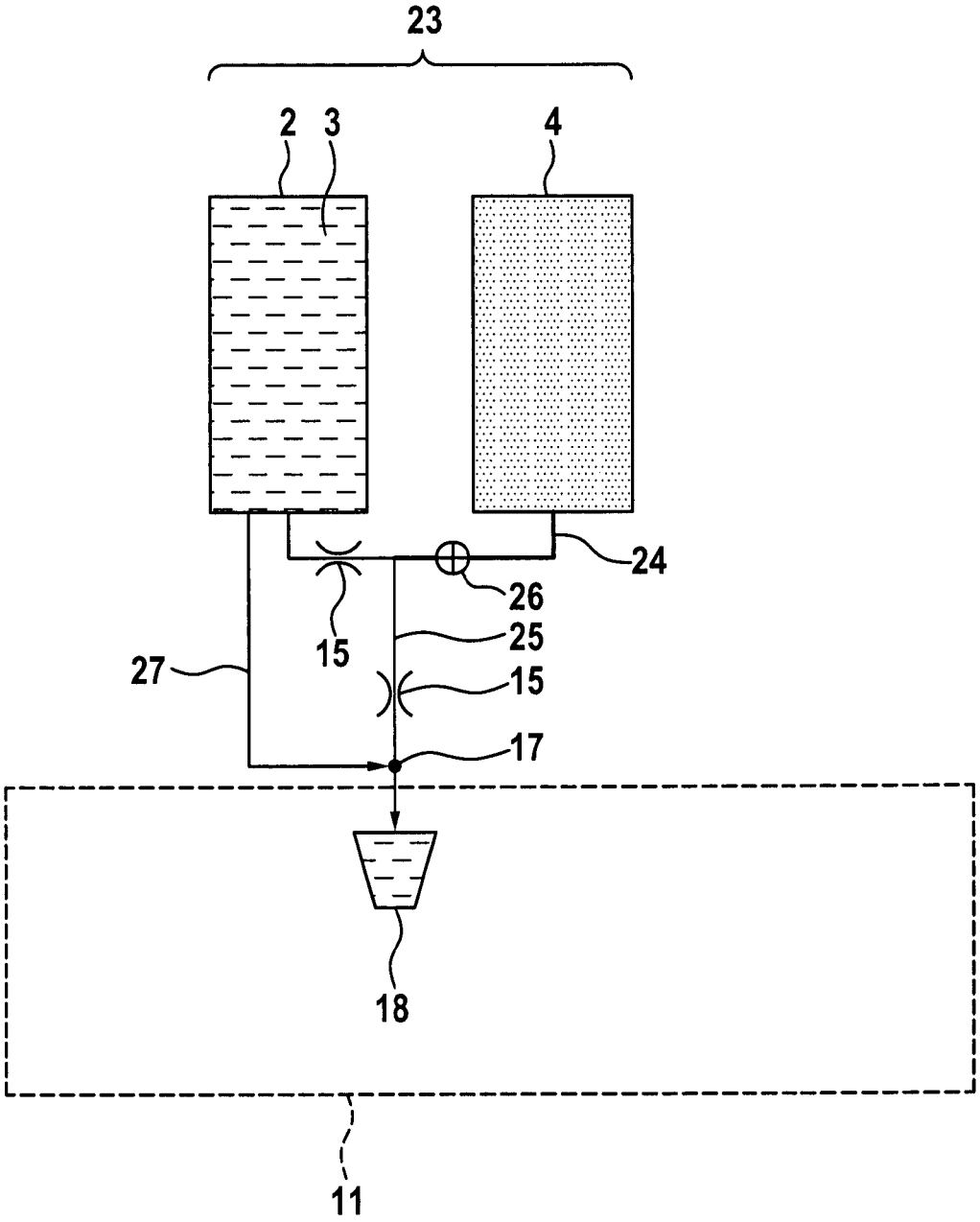


Fig. 3

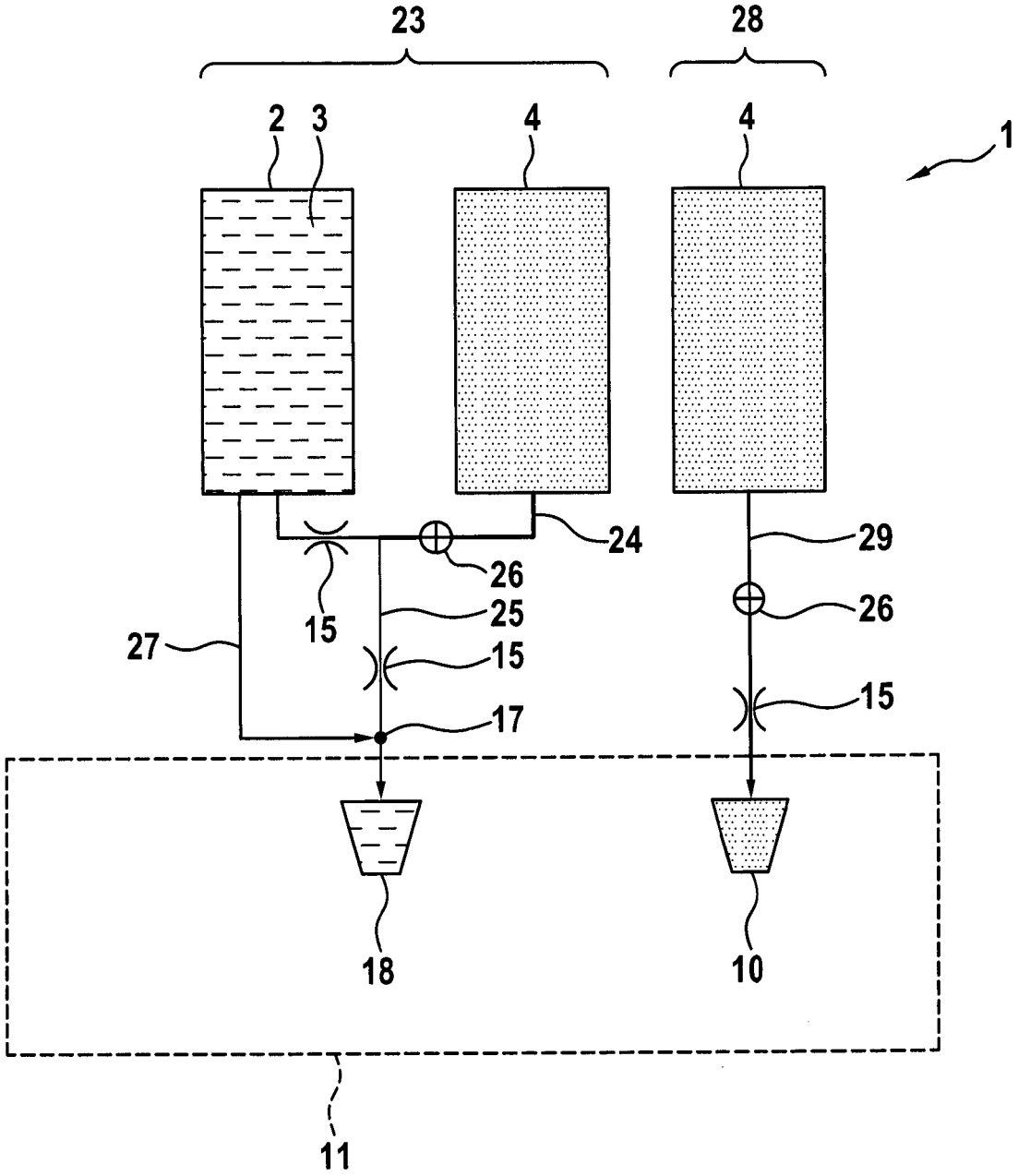


Fig. 4

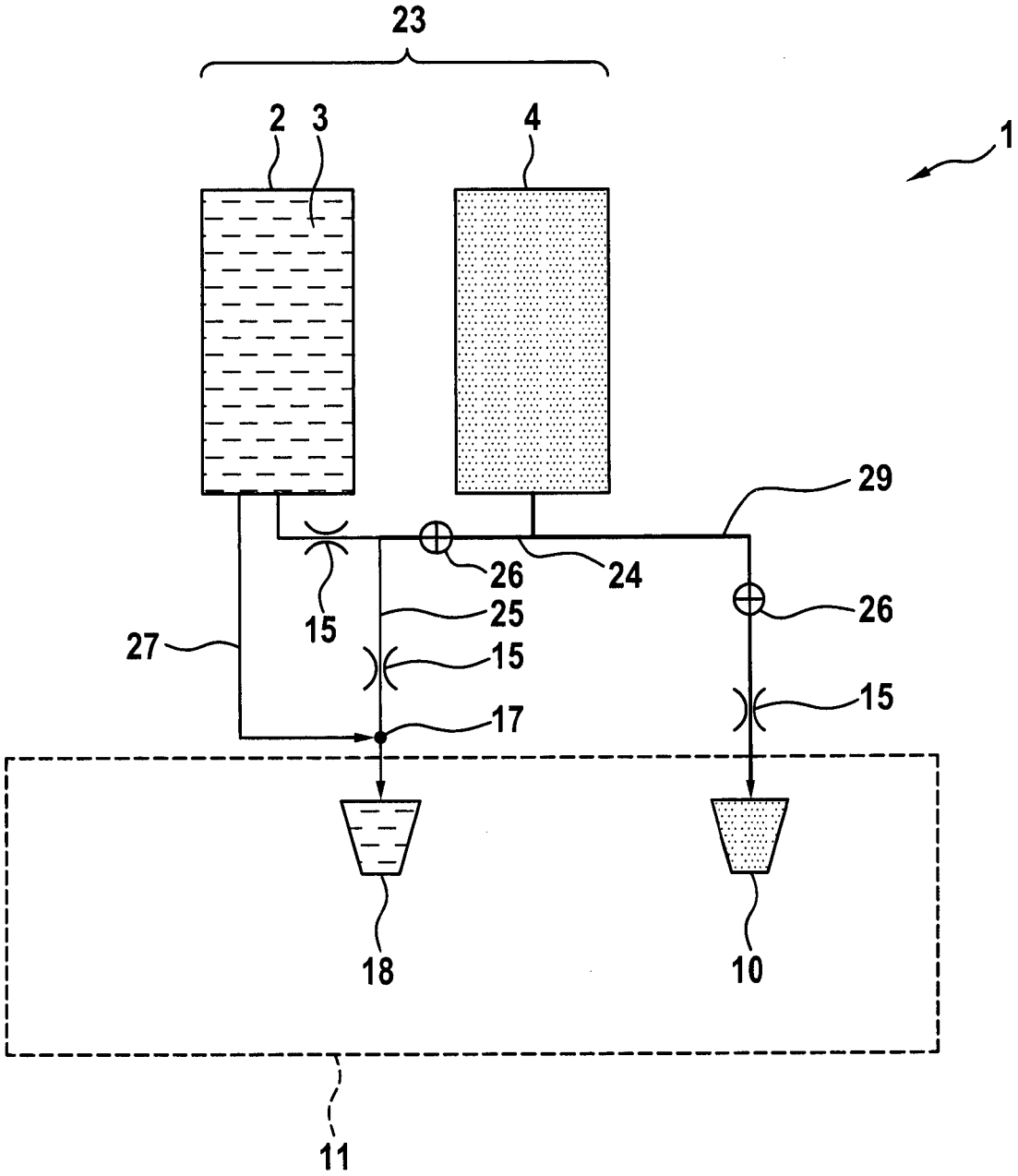
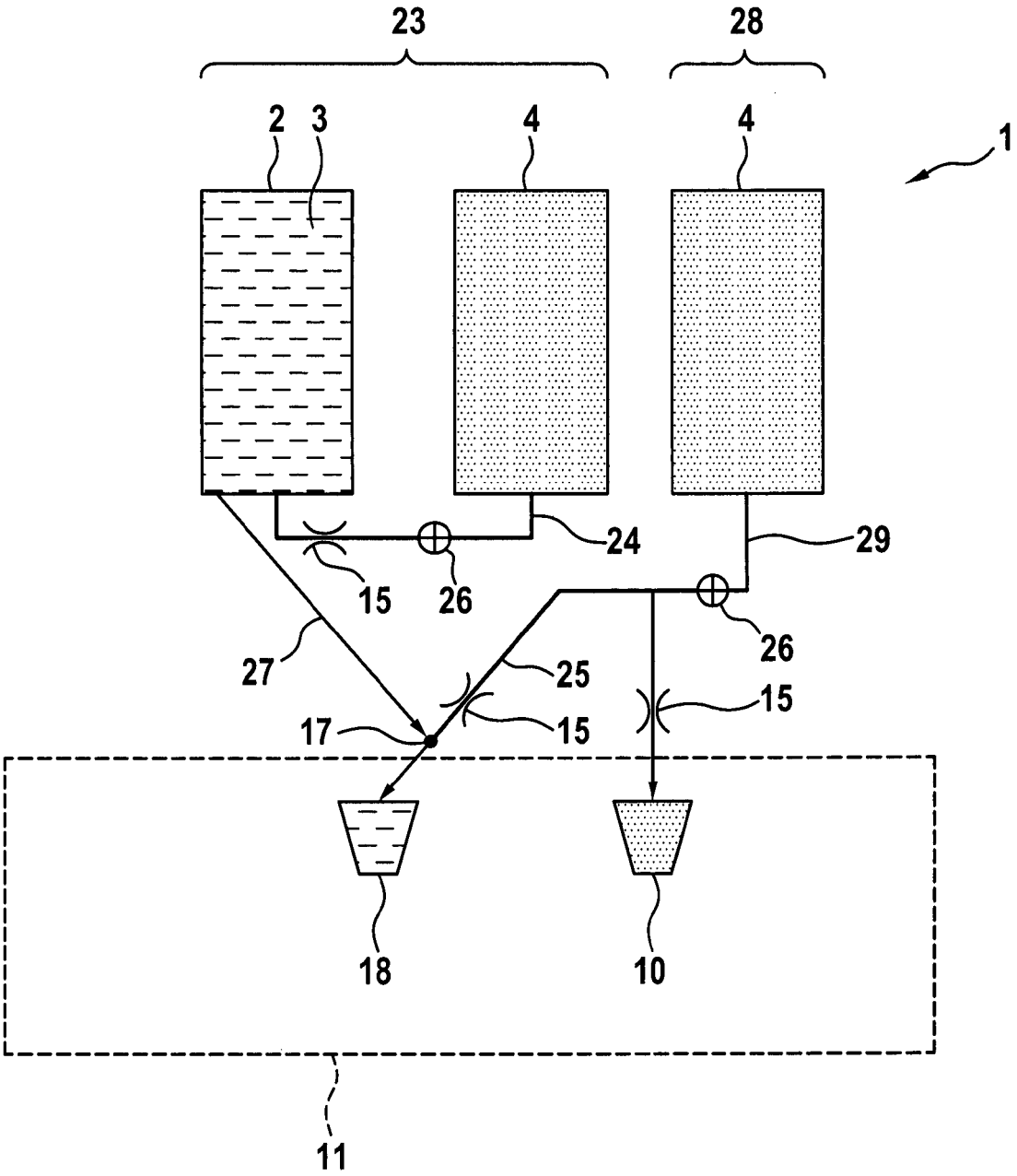



Fig. 5