



(11)

EP 2 186 546 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
01.09.2010 Patentblatt 2010/35

(51) Int Cl.:
A62C 99/00 (2010.01) A62C 35/68 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08166037.5**

(22) Anmeldetag: **07.10.2008**

(54) **Inertgasfeuerlöschanlage zur Minderung des Risikos und zum Löschen von Bränden in einem Schutzraum**

Inert gas fire extinguisher for reducing the risk of and extinguishing fires in a protected area

Installation de gaz inerte destinée à la réduction du risque et à l'extinction d'incendies dans un espace protégé

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.05.2010 Patentblatt 2010/20

(73) Patentinhaber: **Amrona AG
6302 Zug (CH)**

(72) Erfinder:
• **Claessen, Thomas
41564, Kaarst (DE)**

• **Wagner, Ernst-Werner
29308, Winsen (DE)**

(74) Vertreter: **Rupprecht, Kay et al
Meissner, Bolte & Partner GbR
Widenmayerstraße 48
80538 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 1 293 230 EP-A- 1 454 658
DE-A1- 19 811 851 US-B1- 6 341 572**

EP 2 186 546 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Inertgasfeuerlöschanlage zur Minderung des Risikos und zum Löschen von Bränden in einem Schutzraum, wobei die Inertgasfeuerlöschanlage mindestens einen Hochdruckgasspeicher aufweist, in welchem ein sauerstoffverdrängendes Gas unter hohem Druck gespeichert ist, wobei der Hochdruckgasspeicher über ein Schnellöffnungsventil mit einer Sammelleitung verbindbar ist, und wobei ferner eine Löschleitung vorgesehen ist, welche einerseits über eine Druckreduzierungsvorrichtung mit der Sammelleitung und andererseits mit Löschdüsen verbunden ist.

[0002] Eine derartige Inertgasfeuerlöschanlage ist dem Prinzip nach aus dem Stand der Technik bekannt. Beispielsweise wird in der deutschen Patentanmeldung DE 198 11 851 A1 eine Inertgasfeuerlöschanlage beschrieben, welche ausgelegt ist, den Sauerstoffgehalt in einem umschlossenen Raum (nachfolgend "Schutzraum" genannt) auf ein bestimmtes Grundinertisierungsniveau abzusinken, und im Falle eines Brandes den Sauerstoffgehalt rasch auf ein bestimmtes Vollinertisierungsniveau weiter abzusinken, um somit eine effektive Löschung eines in dem Schutzraum ausgebrochenen Brandes zu ermöglichen, wobei gleichzeitig der Platzbedarf für Inertgasflaschen, in welchen ein sauerstoffverdrängendes Gas unter hohem Druck gespeichert wird, klein gehalten werden kann.

[0003] Dem Grundprinzip der Inertgasfeuerlöschtechnik liegt die Erkenntnis zu Grunde, dass in geschlossenen Räumen, die nur gelegentlich von Mensch oder Tier betreten werden und deren Einrichtungen sensibel auf Wassereinvirkung reagieren, der Brandgefahr dadurch begegnet werden kann, dass die Sauerstoffkonzentration in dem betroffenen Bereich auf einen Wert von im Mittel beispielsweise etwa 12 Vol.-% abgesenkt wird. Bei einer solchen (reduzierten) Sauerstoffkonzentration können sich die meisten brennbaren Materialien nicht mehr entzünden. Haupteinsatzgebiet der Inertgaslöschtechnik sind dementsprechend auch EDV-Bereiche, elektrische Schaf- und Verteilerräume, umschlossene Einrichtungen sowie Lagerbereiche mit hochwertigen Wirtschaftsgütern. Die bei diesem Verfahren resultierende Löschwirkung beruht auf dem Prinzip der Sauerstoffverdrängung. Normale Umgebungsluft besteht bekanntlich zu 21 Vol.-% aus Sauerstoff, zu 78 Vol.-% aus Stickstoff und zu 1 Vol.-% aus sonstigen Gasen. Zum Löschen wird durch Einleiten eines sauerstoffverdrängenden Gases, wie beispielsweise Stickstoff, der Sauerstoffanteil in der Raumatmosphäre des umschlossenen Raumes verringert. Es ist bekannt, dass eine Löschwirkung bereits dann einsetzt, wenn der Sauerstoffanteil unter etwa 15 Vol.-% absinkt. Abhängig von den in dem Schutzraum vorhandenen brennbaren Materialien kann ein weiteres Absenken des Sauerstoffanteils auf die als Beispiel bereits genannten 12 Vol.-% erforderlich sein.

[0004] Unter dem hierin verwendeten Begriff "Grundinertisierungsniveau" ist ein im Vergleich zum Sauerstoff-

gehalt der normalen Umgebungsluft reduzierter Sauerstoffgehalt zu verstehen, wobei allerdings dieser reduzierte Sauerstoffgehalt noch keinerlei Gefährdung von Personen oder Tieren bedeutet, sodass diese den Schutzraum noch problemlos (d. h. ohne besondere Schutzmaßnahmen wie beispielsweise Sauerstoffmasken) betreten können. Das Grundinertisierungsniveau entspricht beispielsweise einem Sauerstoffgehalt in dem Schutzraum von 15 Vol.-%, 16 Vol.-% oder 17 Vol.-%.

[0005] Hingegen ist unter dem Begriff "Vollinertisierungsniveau" ein im Vergleich zum Sauerstoffgehalt des Grundinertisierungsniveaus weiter reduzierter Sauerstoffgehalt zu verstehen, bei welchem die Entflammbarkeit der meisten Materialien bereits soweit herabgesetzt ist, dass sich diese nicht mehr entzünden können. Abhängig von der in dem betroffenen Schutzraum vorhandenen Brandlast liegt das Vollinertisierungsniveau in der Regel bei etwa 11 Vol.-% bis 12 Vol.-% Sauerstoffkonzentration.

[0006] Bei einem beispielsweise aus der Druckschrift DE 198 11 851 A1 bekannten mehrstufigen Inertisierungsverfahren, bei welchem eine stufenweise Absenkung des Sauerstoffgehaltes vorgenommen wird, kommt demnach eine "Inertgaslöschtechnik" zum Einsatz, bei welcher durch Fluten eines brandgefährdeten oder in Brand befindlichen Raumes durch sauerstoffverdrängende Gase, wie Kohlendioxid, Stickstoff, Edelgase oder Gemische daraus, der Sauerstoffgehalt in dem Schutzraum zunächst auf ein bestimmtes Absenkungsniveau (Grundinertisierungsniveau) von beispielsweise 16 Vol.-% abgesenkt wird, wobei im Falle eines Brandes oder bei Bedarf eine weitere Absenkung des Sauerstoffgehaltes auf ein bestimmtes Vollinertisierungsniveau von beispielsweise 12 Vol.-% oder darunter vorgenommen wird. Wenn bei einem solchen zweistufigen Inertisierungsverfahren zum Absenken des Sauerstoffgehaltes auf das erste Absenkungsniveau (Grundinertisierungsniveau) ein Inertgasgenerator, wie beispielsweise ein Stickstoffgenerator, als Inertgasquelle zum Einsatz kommt, kann erreicht werden, dass die Anzahl der zur Vollinertisierung benötigten Hochdruckgasspeicherbehälter, in welchen das sauerstoffverdrängende Gas oder Gasgemisch (nachfolgend auch einfach "Inertgas" genannt) in komprimierter Form gelagert wird, möglichst klein gehalten werden kann.

[0007] Bei der praktischen Anwendung des vorstehend beschriebenen und an sich bekannten zweistufigen Inertisierungsverfahrens hat es sich bei bestimmten Fällen allerdings als problematisch erwiesen, dass die Inertisierung des Schutzraumes zum Einstellen eines vorgegebenen Absenkungsniveaus, wie beispielsweise des Grund- oder Vollinertisierungsniveaus, nicht entsprechend einem vorab festlegbaren Ereignisablauf erfolgen kann. Insbesondere wird bei derzeit bekannten mehrstufigen Inertgasfeuerlöschanlagen nicht berücksichtigt, dass es ggf. wünschenswert ist, eine stufenweise Inertisierung eines Schutzraumes, d.h. ein schrittweises Einstellen vorgegebener Absenkungsniveaus, entspre-

chend unterschiedlicher Ereignisabläufe vorzunehmen, wobei diese Ereignisabläufe an besondere Bedingungen anpassbar sind. Bei einem mehrstufigen Inertisierungsverfahren, wie es beispielsweise aus der Druckschrift DE 198 11 851 A1 bekannt ist, wird bei der Einleitung von Inertgas in die Raumatmosphäre des Schutzraumes zum Einstellen eines bestimmten Absenkungsniveaus insbesondere kein Unterschied gemacht, ob in der Raumatmosphäre ein Grund- oder ein Vollinertisierungsniveau einzustellen ist. Mit anderen Worten, unabhängig davon welches Absenkungsniveau in dem Schutzraum einzustellen ist, erfolgt bei den bekannten Verfahren die Inertisierung des Schutzraumes entsprechend ein und derselben Inertisierungskurve.

[0008] Unter dem hierin verwendeten Begriff "Inertisierungskurve" ist der zeitliche Verlauf des Sauerstoffgehalts bei der Einleitung von sauerstoffverdrängendem Gas (Inertgas) in die Raumatmosphäre des Schutzraumes zu verstehen.

[0009] Aufgrund dieser Einschränkung ist eine Inertgasfeuerlöschanlage, wie sie beispielsweise in der Druckschrift DE 198 11 851 A1 beschrieben wird, nicht oder nur bedingt als

[0010] Mehrbereichsfeuerlöschanlage geeignet, da die Inertisierung nicht an die einzelnen Schutzräume anpassbar ist. Insbesondere wird nicht berücksichtigt, dass beispielsweise bei unterschiedlich dimensionierten Schutzräumen eine zur Inertisierung maximal pro Zeiteinheit eingeleitete Inertgasmenge an den entsprechenden Schutzraum angepasst sein sollte. Hierbei bestimmen insbesondere die zur Verfügung stehende Druckentlastung sowie die Druckfestigkeit der Raumhülle die maximal zulässige, pro Zeiteinheit in den Schutzraum eingeleitete Inertgasmenge. Diese maximal zulässige, pro Zeiteinheit in den Schutzraum eingeleitete Inertgasmenge legt letztendlich den Ereignisablauf bei der Inertisierung des Schutzraumes, d.h. die für den Raum anzuwendende Inertisierungskurve fest.

[0011] Bei der Verwendung einer Inertgasfeuerlöschanlage als Mehrbereichsanlage, bei welcher also ein präventiver Brandschutz oder eine Brandlöschung für mehrere Schutzräume von ein und derselben Inertgasfeuerlöschanlage bereitgestellt wird, tritt somit das Problem auf, dass unabhängig davon, welcher der mehreren Schutzräume mit einem sauerstoffverdrängenden Gas zu fluten ist, die Inertisierung des Schutzraumes entsprechend ein und demselben Ereignisablauf vorgenommen wird. Demnach wird bei herkömmlichen Mehrbereichs-Feuerlöschanlagen einem Schutzraum, der ein relativ kleines Raumvolumen aufweist, pro Zeiteinheit dieselbe Menge an sauerstoffverdrängendem Gas zugeführt, wie einem Schutzraum mit einem verhältnismäßig großen Raumvolumen. Da die von der Inertgasfeuerlöschanlage pro Zeiteinheit bereitstellbare Inertgasmenge insbesondere von den existierenden Druckentlastungsmaßnahmen der jeweiligen Schutzräume abhängig ist, bedeutet dies, dass unter Umständen die Inertisierung eines Schutzraumes wesentlich langsamer erfolgt, als dies tat-

sächlich möglich wäre.

[0012] Auf Grundlage dieser Problemstellung liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Inertgasfeuerlöschanlage, wie sie beispielsweise aus der Druckschrift DE 198 11 851 A1 bekannt ist, dahingehend weiterzubilden, dass die Inertisierung eines Schutzraumes, d.h. das Einstellen eines Absenkungsniveaus in der Raumatmosphäre des Schutzraumes, entsprechend unterschiedlicher Ereignisabläufen erfolgen kann.

[0013] Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß eine Inertgasfeuerlöschanlage der eingangs genannten Art vorgeschlagen, bei welcher die Druckreduzierungsvorrichtung mindestens zwei Parallelzweige mit jeweils einer Druckreduzierungseinrichtung aufweist, wobei jeder Parallelzweig über ein ansteuerbares Ventil mit der Sammelleitung und der Löschleitung verbindbar ist, und wobei jede Druckreduzierungseinrichtung ausgelegt ist, gemäß einer bekannten Druckreduzierungskennlinie einen hohen Eingangsdruck auf einen niedrigen Ausgangsdruck zu reduzieren. Unter den hierin verwendeten Begriffen "Eingangsdruck" bzw. "Ausgangsdruck" ist jeweils der an der Eingangsseite bzw. Ausgangsseite der entsprechenden Druckreduzierungseinrichtung anliegender hydrostatische Druck des Mediums (des sauerstoffverdrängenden Gases) zu verstehen.

[0014] Die mit der erfindungsgemäßen Lösungen erzielbaren Vorteile liegen auf der Hand. Dadurch, dass die Druckreduzierungsvorrichtung, über welche die mit Löschdüsen verbundene Löschleitung mit der Hochdruck-Sammelleitung (Sammelrohr) verbunden ist, mehrere bei Bedarf über die Ansteuerung entsprechender Ventile zuschaltbare Parallelzweige verfügt, in denen jeweils eine Druckreduzierungseinrichtung mit bekannter Druckreduzierungskennlinie angeordnet ist, kann auf einfache Weise durch geeignetes Ansteuern der den Parallelzweigen zugeordneten Ventilen die mit der Druckreduzierungsvorrichtung vorzunehmende Druckreduzierung an die jeweilige Anwendung angepasst werden. So ist es beispielsweise denkbar, dass in einem ersten der mindestens zwei Parallelzweige eine Druckreduzierungseinrichtung vorgesehen ist, deren Druckreduzierungskennlinie im Vergleich zu der Druckreduzierungskennlinie einer in einem zweiten Parallelzweig vorgesehenen Druckreduzierungseinrichtung eine deutlich höhere Steigung aufweist. Indem bei diesem Beispiel zur Druckreduzierung die Druckreduzierungseinrichtung des ersten der mindestens zwei Parallelzweige eingesetzt wird, ist es möglich, die von der Inertgasfeuerlöschanlage pro Zeiteinheit der Löschleitung zugeführten Menge an sauerstoffverdrängendem Gas zu erhöhen verglichen mit einem Fall, wenn zur Druckreduzierung die Druckreduzierungseinrichtung des zweiten Parallelzweiges verwendet wird. Auf diese Weise kann mit ein und derselben Inertgasfeuerlöschanlage beim Fluten eines Schutzbereiches der Ereignisablauf je nach Bedarf variiert und beispielsweise an die für den zu flutenden Schutzbereich vorgesehene Druckentlastung angepasst werden.

[0015] Unter dem hierin verwendeten Begriff "Druckreduzierungskennlinie" ist die Abhängigkeit des Ausgangsdruckes einer Druckreduzierungseinrichtung von dem Eingangsdruck zu verstehen. Es handelt sich demnach um eine Eingangsdruck-Ausgangsdruck-Kennlinie. Die Druckreduzierungskennlinie einer Druckreduzierungseinrichtung ist insbesondere wichtig im Hinblick auf die zeitliche Entwicklung des Sauerstoffgehaltes im Schutzraum während der Inertisierung, wobei diese zeitliche Entwicklung des Sauerstoffgehaltes hierin auch als "Inertisierungskurve" bezeichnet wird.

[0016] Demnach ist es ersichtlich, dass mit der erfindungsgemäßen Lösung eine Mehrbreichs-Inertgasfeuerlöschanlage bereitstellbar ist, wobei die von der Inertgasfeuerlöschanlage einem Schutzraum pro Zeiteinheit zugeführte Menge an sauerstoffverdrängendem Gas anpassbar an beispielsweise die für den entsprechenden Raum zur Verfügung stehende Druckentlastung ist.

[0017] Darüber hinaus ermöglicht es die erfindungsgemäße Lösung auch, dass bei einem mehrstufigen Inertisierungsverfahren die jeweiligen Absenkungsniveaus, wie beispielsweise das Grund- oder das Vollinertisierungsniveau, jeweils entsprechend unterschiedlicher Inertisierungskurven eingestellt werden.

[0018] In einer bevorzugten Weiterentwicklung der erfindungsgemäßen Lösung weist die Inertgasfeuerlöschanlage demnach ferner eine Steuereinrichtung zum automatischen Durchführen eines mehrstufigen Inertisierungsverfahrens auf, bei welchem der Sauerstoffgehalt in dem Schutzraum zunächst auf ein erstes Absenkungsniveau (wie beispielsweise ein Grundinertisierungsniveau) abgesenkt und bei Bedarf, zum Beispiel im Brandfall, anschließend auf ein oder schrittweise auf mehrere vorgegebene Absenkungsniveaus weiter abgesenkt wird. Vorzugsweise ist bei dieser Weiterbildung die Steuereinrichtung ausgebildet, die Ventile der Druckreduzierungsvorrichtung derart anzusteuern, dass - zum Einstellen der entsprechenden Absenkungsniveaus - der Sauerstoffgehalt im Schutzraum entsprechend einer vorab festgelegten Inertisierungskurve reduziert wird.

[0019] Diese Weiterbildung gestattet es somit, dass bei einem mehrstufigen Inertisierungsverfahren automatisch die zum Einstellen der jeweiligen Absenkungsniveaus vorzunehmende Inertisierung gemäß unterschiedlichen, an die Absenkungsniveaus angepassten Ereignisabläufen stattfindet.

[0020] In einer Realisierung der zuletzt genannten Weiterbildung ist es bevorzugt, wenn die Steuereinrichtung einerseits ausgebildet ist, zum Absenken des Sauerstoffgehaltes auf ein erstes Absenkungsniveau die Ventile der Druckreduzierungsvorrichtung derart anzusteuern, dass nur ein erster Parallelzweig der mindestens zwei Parallelzweige mit der Hochdruck-Sammelleitung (Sammelrohr) und der Löschleitung verbunden ist, und dass die Steuereinrichtung andererseits ausgebildet ist, zum weiteren Absenken des Sauerstoffgehaltes auf ein zweites Absenkungsniveau die Ventile der Druckreduzierungsvorrichtung derart anzusteuern, dass

nur ein zweiter Parallelzweig der mindestens zwei Parallelzweige mit der Hochdruck-Sammelleitung und der Löschleitung verbunden ist, wobei die Druckreduzierungskennlinie der in dem ersten Parallelzweig angeordneten Druckreduzierungseinrichtung verschieden von der Druckreduzierungskennlinie der in dem zweiten Parallelzweig angeordneten Druckreduzierungseinrichtung ist. Bei dieser Realisierung der erfindungsgemäßen Lösung ist es somit denkbar, dass für den zweiten Parallelzweig, über welchen die Hochdruck-Sammelleitung und die Niederdruck-Löschleitung dann miteinander verbunden werden, wenn der Sauerstoffgehalt in dem Schutzraum von einem bereits eingestellten ersten Absenkungsniveau auf ein vorgegebenes zweites Absenkungsniveau weiter reduziert wird, eine Druckreduzierungskennlinie gewählt wird, die - im Vergleich zu der Steilheit der Druckreduzierungskennlinie der in dem ersten Parallelzweig zum Einsatz kommenden Druckreduzierungseinrichtung - eine relativ großen Steilheit aufweist. Indem die Druckreduzierungskennlinien der mindestens zwei Druckreduzierungseinrichtungen derart gewählt werden, erfolgt das Absenken des Sauerstoffgehaltes in dem Schutzraum von dem ersten Absenkungsniveau auf das zweite Absenkungsniveau im Verhältnis schneller als die Absenkung des Sauerstoffgehaltes von beispielsweise dem Normalniveau auf das erste Absenkungsniveau.

[0021] Bei einem zweistufigen Inertisierungsverfahren, bei welchem das erste Absenkungsniveau beispielsweise dem Grundinertisierungsniveau und das zweite Absenkungsniveau beispielsweise dem Vollinertisierungsniveau entspricht, kann bei dieser bevorzugten Realisierung der erfindungsgemäßen Inertgasfeuerlöschanlage sichergestellt werden, dass beispielsweise im Falle eines Brandes die Absenkung des Sauerstoffgehaltes von dem Grundinertisierungsniveau auf das Vollinertisierungsniveau möglichst rasch erfolgt. Vorzugsweise sollten dabei allerdings die für die Inertisierung zum Einsatz kommenden Druckreduzierungseinrichtungen im Hinblick auf deren Druckreduzierungskennlinien derart ausgeführt sein, dass für einen bestimmten Schutzraum die maximal zulässige pro Zeiteinheit zugeführte Menge an sauerstoffverdrängendem Gas nicht überschritten wird, um insbesondere den Anforderungen einer wirksamen Druckentlastung beim Fluten des Schutzraumes Sorge zu tragen und einer möglichen Beschädigung der Raumhülle entgegenzuwirken.

[0022] Alternativ zu der zuletzt genannten Ausführungsform ist es selbstverständlich auch denkbar, dass die Steuereinrichtung ausgebildet ist, zum Absenken des Sauerstoffgehaltes auf das erste Absenkungsniveau, wie beispielsweise das Grundinertisierungsniveau, die Ventile der Druckreduzierungsvorrichtung derart anzusteuern, dass nur ein erster Parallelzweig der mindestens zwei Parallelzweige der Druckreduzierungsvorrichtung mit der Hochdruck-Sammelleitung und der Niederdruck-Löschleitung verbunden ist, wobei die Steuereinrichtung ferner ausgebildet ist, zum weiteren Ab-

senken des Sauerstoffgehaltes auf ein zweites Absenkungsniveau, wie beispielsweise das Vollinertisierungsniveau, die Ventile der Druckreduzierungsvorrichtung derart anzusteuern, dass der erste Parallelzweig und ein zweiter Parallelzweig der mindestens zwei Parallelzweige mit der Sammelleitung und der Löschleitung verbunden sind. Bei dieser Ausführungsform ist es - im Gegensatz zu der zuvor beschriebenen Ausführungsform - durchaus denkbar, dass die Druckreduzierungskennlinien der in dem ersten und dem zweiten Parallelzweig angeordneten Druckreduzierungseinrichtungen identisch sind.

[0023] Indem zum weiteren Absenken des Sauerstoffgehaltes auf das zweite Absenkungsniveau sowohl der erste als auch der zweite Parallelzweig der Druckreduzierungsvorrichtung die Verbindung der Sammelleitung mit der Löschleitung herstellen, wird erreicht, dass die Absenkung des Sauerstoffgehaltes auf das zweite Absenkungsniveau im Vergleich zur Absenkung des Sauerstoffgehaltes auf das erste Absenkungsniveau deutlich schneller durchgeführt werden kann. Demnach erfolgt die weitere Absenkung auf das zweite Absenkungsniveau gemäß einer Inertisierungskurve, die steiler verläuft im Vergleich zu der Inertisierungskurve, die bei der Absenkung des Sauerstoffgehaltes auf das erste Absenkungsniveau maßgeblich ist. Wie auch bei der zuvor beschriebenen Ausführungsform ist es dabei bevorzugt, dass auch bei der Absenkung des Sauerstoffgehaltes auf das zweite Absenkungsniveau die pro Zeiteinheit den Schutzraum zugeführte Menge an sauerstoffverdrängendem Gas nicht den maximal zulässigen Volumenstrom überschreitet, der für den Schutzraum insbesondere im Hinblick auf die gegebene Druckentlastung vorgegeben ist.

[0024] Die erfindungsgemäße Lösung ist nicht auf eine Druckreduzierungsvorrichtung beschränkt, welche lediglich zwei Parallelzweige aufweist. Insbesondere für Anwendungen, bei welchen eine Inertisierung des Schutzraumes in mehr als zwei Schritten (Absenkungsniveaus) durchzuführen ist, sollte die Druckreduzierungsvorrichtung eine entsprechend höhere Anzahl an Parallelzweigen aufweisen. So ist es beispielsweise denkbar, dass mit der Inertgasfeuerlöschanlage der Sauerstoffgehalt in dem Schutzraum zunächst auf ein Grundinertisierungsniveau abgesenkt wird, wobei im Falle eines Brandes (oder bei Bedarf) in dem Schutzraum der Sauerstoffgehalt von dem Grundinertisierungsniveau weiter auf ein tieferliegendes Absenkungsniveau abgesenkt und für eine vorgegebene Zeit auf diesem Absenkungsniveau kontinuierlich gehalten wird, wobei der Sauerstoffgehalt von diesem Absenkungsniveau anschließend weiter auf ein Vollinertisierungsniveau abgesenkt wird, wenn ein Brand nach Ablauf einer vorgegebenen Zeit noch nicht erloschen ist. Um zu erreichen, dass bei einer derartigen (dreistufigen) Inertisierung des Schutzraumes bei dem Einstellen der jeweiligen Absenkungsniveaus (Grundinertisierungsniveau, Absenkungsniveau, Vollinertisierungsniveau) für jede durchzuführen-

de Absenkung der Ereignisablauf und insbesondere die Inertisierungskurve individuell angepasst werden kann, ist es bevorzugt, wenn die Druckreduzierungsvorrichtung der erfindungsgemäßen Inertgasfeuerlöschanlage mindestens drei Parallelzweige mit jeweils einer Druckreduzierungseinrichtung aufweist, wobei jeder Parallelzweig über ein ansteuerbares Ventil mit der Sammelleitung und der Löschleitung verbindbar ist, und wobei jede Druckreduzierungseinrichtung ausgelegt ist, gemäß einer bekannten Druckreduzierungskennlinie einen hohen Eingangsdruck auf einen niedrigen Ausgangsdruck zu reduzieren. Bei dieser bevorzugten Ausführungsform der Inertgasfeuerlöschanlage ist es ferner bevorzugt, wenn die Steuereinrichtung ausgebildet ist, zum Absenken des Sauerstoffgehaltes von dem zweiten Absenkungsniveau auf ein drittes Absenkungsniveau (wie beispielsweise das Vollinertisierungsniveau) die Ventile der Druckreduzierungsvorrichtung derart anzusteuern, dass nur ein dritter Parallelzweig der mindestens drei Parallelzweige mit der Sammelleitung und der Löschleitung verbunden ist.

[0025] Demnach ist es mit der erfindungsgemäßen Lösung möglich, bei einem mehrstufigen Inertisierungsverfahren für jede Inertisierungsstufe (für jedes Absenkungsniveau) unterschiedliche Druckreduzierungsmaßnahmen einzusetzen, um die pro Zeiteinheit während des Einstellens des jeweiligen Absenkungsniveaus dem Schutzraum zugeführte Menge an sauerstoffverdrängendem Gas individuell einstellen zu können, so dass die Absenkung des Sauerstoffgehaltes auf die einzelnen Absenkungsniveaus entsprechend unterschiedlicher Inertisierungskurven erfolgen kann. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn zum Einstellen der einzelnen Absenkungsniveaus unterschiedliche Mengen an sauerstoffverdrängendem Gases notwendig sind, d.h. wenn der Abstand zwischen den entsprechenden Absenkungsniveaus verschieden ist.

[0026] Derzeit werden in der Inertgasfeuerlöschtechnik als Druckreduzierungseinrichtung üblicherweise Druckblenden verwendet, um einen relativ hohen Eingangsdruck (von beispielsweise 300 bar) auf einen Ausgangsdruck von im Mittel beispielsweise 60 bar abzusinken. Eine Druckreduzierungseinrichtung, welche in Gestalt einer Druckblende ausgeführt ist, weist eine Druckreduzierungskennlinie auf, bei welcher der Ausgangsdruck proportional abhängig von dem Eingangsdruck ist. Wenn bei der Inertgasfeuerlöschanlage die Schnellöffnungsventile geöffnet werden, strömt das unter hohem Druck in dem mindestens einen Hochdruckgasspeicher gelagerte sauerstoffverdrängende Gas in die Hochdruck-Sammelleitung (Sammelrohr), wobei anschließend der sich in der Sammelleitung einstellende hohe Gasdruck mit Hilfe der Druckreduzierungseinrichtung auf einen Betriebsdruck von beispielsweise 60 bar reduziert wird. Demnach kann die Löschleitung als Niederdruck-Leitung ausgeführt sein, während für die Sammelleitung ein Hochdruck-Sammelrohr zu wählen ist.

[0027] Zu berücksichtigen ist, dass während der Iner-

tisierung des Schutzraumes der anfänglich hohe Druck in der Hochdruck-Sammelleitung relativ schnell absinkt, wenn sich mindestens ein über ein geöffnetes Schnellöffnungsventil mit der Sammelleitung verbundener Hochdruckgasspeicher entleert. Kommt als Druckreduzierungseinrichtung eine Druckblende, d.h. eine Drosselscheibe mit einer Bohrung zum Einsatz, weist die Inertisierungskurve am Anfang des Inertisierungsvorganges eine hohe Druckspitze auf, die proportional zu dem Druck in der Sammelleitung relativ rasch abfällt. Eine derartige Druckspitze am Anfang des Inertisierungsvorganges ist jedoch im Hinblick auf eine vorzusehende Druckentlastung im Schutzraum problematisch, da die Druckentlastung an der maximal auftretenden, pro Zeiteinheit der Raumatmosphäre des Schutzraumes zugeführten Menge an sauerstoffverdrängendem Gas angepasst ist.

[0028] Demnach ist es bevorzugt, wenn bei der erfindungsgemäßen Inertgasfeuerlöschanlage zumindest ein Teil der Druckreduzierungseinrichtungen eine Druckreduzierungskennlinie aufweist, bei welcher der Ausgangsdruck unabhängig von dem angelegten Eingangsdruck über einen vorgegebenen Druckbereich (Arbeitsbereich) einen vorgegebenen Druckwert nicht überschreitet. Als Druckreduzierungseinrichtung, welche eine lineare Druckreduzierungskennlinie aufweist, ist beispielsweise ein Druckminderer, der trotz unterschiedlicher Drücke auf der Eingangsseite (Eingangsdruck) dafür sorgt, dass auf der Ausgangsseite ein bestimmter Ausgangsdruck nicht überschritten wird. Denkbar dabei ist es, dass eine als Druckminderer ausgeführte Druckreduzierungseinrichtung eine beispielsweise federbelastete Membran aufweist, wobei der Druck auf der Ausgangsseite auf diese Membran einwirkt. Die Membran sollte ferner mechanisch mit einem Ventil gekoppelt sein, um zu erreichen, dass das Ventil desto weiter geschlossen, je höher der Druck auf der Ausgangsseite ansteigt. Bei Erreichen eines (einstellbaren) höchstzulässigen Ausgangsdrucks sollte das Ventil den Gasdurchfluss vollständig absperren.

[0029] Die erfindungsgemäße Lösung ist nicht auf eine Inertgasfeuerlöschanlage beschränkt, die lediglich einen Hochdruckgasspeicher aufweist. In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Inertgasfeuerlöschanlage mindestens zwei über ein Schnellöffnungsventil mit der Sammelleitung verbindbare Hochdruckgasspeicher, wobei jedem Hochdruckgasspeicher ein Parallelzweig mit einer Druckreduzierungseinrichtung zugeordnet ist. Diese Zuordnung erfolgt derart, dass beim Öffnen des Schnellöffnungsventils von einem Hochdruckgasspeicher der mindestens zwei Hochdruckgasspeicher automatisch die Ventile der Druckreduzierungsvorrichtung derart angesteuert werden, dass nur der dem einen Hochdruckgasspeicher zugeordnete Parallelzweig mit der Löschleitung und der Sammelleitung verbunden ist.

[0030] Demnach bleibt festzuhalten, dass die erfindungsgemäße Inertgasfeuerlöschanlage zur Ausführung eines Inertisierungsverfahrens ausgelegt ist, bei welchem der Sauerstoffgehalt in dem Schutzraum zu-

nächst auf ein bestimmtes, erstes Absenkungsniveau abgesenkt und auf diesem ersten Absenkungsniveau gehalten wird, und wobei im Falle eines Brandes in dem Schutzraum (oder bei Bedarf) der Sauerstoffgehalt in dem Schutzraum von dem ersten Absenkungsniveau auf ein bestimmtes, zweites Absenkungsniveau weiter abgesenkt wird. Mit der erfindungsgemäßen Inertisierungsanlage kann dabei erreicht werden, dass das Absenken des Sauerstoffgehaltes in dem Schutzraum auf das erste Absenkungsniveau entsprechend einer ersten Inertisierungskurve erfolgt, die vorgegeben ist durch eine Druckreduzierungskennlinie einer ersten Druckreduzierungseinrichtung, und dass das weitere Absenken des Sauerstoffgehaltes im Schutzraum auf das zweite Absenkungsniveau entsprechend einer zweiten Inertisierungskurve erfolgt, die vorgegeben ist durch eine Druckreduzierungskennlinie einer zweiten Druckreduzierungseinrichtung.

[0031] Zur Realisierung dieses zuvor angesprochenen Inertisierungsverfahrens ist es bevorzugt, wenn im Schutzraum, vorzugsweise kontinuierlich, mit Hilfe eines Detektors zumindest eine Brandkenngroße gemessen wird, um zu ermitteln, ob in dem Schutzraum ein Brand vorliegt bzw. ob ein in dem Schutzraum bereits ausgebrochener Brand aufgrund einer durchgeführten Inertisierung schon wieder erloschen ist. Die Messung der Brandkenngroße muss allerdings nicht kontinuierlich erfolgen, vielmehr ist auch denkbar, dass zu vorgegebenen Zeiten bzw. abhängig von bestimmten vorgegebenen Ereignissen eine derartige Messung erfolgt. Die Messung der Brandkenngroße wird vorzugsweise mittels eines Detektors zur Erfassung einer Brandkenngroße durchgeführt, der im Brandfall ein entsprechendes Signal an die Steuereinrichtung abgibt, in welcher vorzugsweise automatisch eine Inertisierung des Schutzraumes durch Ansteuerung der entsprechenden Schnellöffnungsventile und Ventile der Druckreduzierungsvorrichtung vorgenommen wird.

[0032] In einer bevorzugten Realisierung der erfindungsgemäßen Lösung ist vorgesehen, dass die Erfassung einer Brandkenngroße mit Hilfe eines aspirativ arbeitenden System erfolgt, bei welchem die Raumluft des Schutzraumes repräsentative Luftproben entnommen und dem Detektor für Brandkenngroßen zugeführt werden.

[0033] Unter dem Begriff "Brandkenngroße" werden physikalische Größen verstanden, die in der Umgebungsluft eines Entstehungsbrandes messbaren Veränderungen unterliegen, zum Beispiel die Umgebungstemperatur, der Feststoff- oder Flüssigkeits- oder Gasanteil in der Umgebungsluft (Bildung von Rauch in Form von Partikeln oder Aerosolen oder Dampf) oder die Umgebungsstrahlung. Beispielsweise ist es denkbar, dass mittels eines aspirativ arbeitenden Branderkennungssystems der Raumluft des zu überwachenden Schutzraumes repräsentative Luftproben entnommen und einem Detektor für Brandkenngroßen zugeführt werden, der im Brandfall ein entsprechendes Signal an die Steuerein-

richtung abgibt.

[0034] Unter einer aspirativen Branderkennungsvorrichtung ist eine Branderkennungsvorrichtung zu verstehen, die beispielsweise über ein Rohrleitungs- oder Kanalsystem an einer Vielzahl von Stellen innerhalb des Schutzraumes eine repräsentative Teilmenge der Raumluft des zu überwachenden Schutzraumes ansaugt und diese Teilmenge dann einer Messkammer mit dem Detektor zum Erfassen einer Brandkenngroße zuleitet. Insbesondere wäre es denkbar, dass dieser Detektor zum Erfassen einer Brandkenngroße derart ausgelegt ist, ein Signal auszugeben, welches auch eine quantitative Aussage hinsichtlich der in der angesaugten Teilmenge der Raumluft vorhandenen Brandkenngroßen ermöglicht. Damit wäre es möglich, den zeitlichen Verlauf des Brandes bzw. den zeitlichen Verlauf der Entwicklung des Brandes zu erfassen, um somit die Wirksamkeit des Einstellens und des Haltens der unterschiedlichen Absenkungsniveaus im Schutzraum zu bestimmen. Insbesondere wäre es möglich, somit eine Aussage darüber zu erhalten, welche erforderliche Menge an Inertgas noch dem Schutzraum zur Brandlöschung zugeführt werden muss.

[0035] Die Erfindung ist nicht nur auf die zuvor beschriebene Inertgasfeuerlöschanlagen beschränkt; vielmehr betrifft sie auch ein vorzugsweise mit der erfindungsgemäßen Inertgasfeuerlöschanlage ausführbares Inertisierungsverfahren zur Minderung des Risikos und zum Löschen von Bränden in einem Schutzraum. Bei diesem Inertisierungsverfahren wird in einem ersten Verfahrensschritt der Sauerstoffgehalt in dem Schutzraum auf ein bestimmtes erstes Absenkungsniveau abgesenkt. Dies erfolgt durch vorzugsweise geregeltes Einleiten eines sauerstoffverdrängenden Gases (Inertgas), welches in mindestens einem Hochdruckgasspeicher unter hohem Druck gelagert ist oder von einem Stickstoffgenerator bereitgestellt wird. Anschließend wird der Sauerstoffgehalt in dem Schutzraum - ggf. durch geregeltes Nachführen von Inertgas oder durch kontinuierliches Einleiten von weiterem Inertgas - auf bzw. unter dem ersten Absenkungsniveau gehalten. Im Falle eines Brandes in dem Schutzraum oder bei Bedarf wird anschließend der Sauerstoffgehalt in dem Schutzraum von dem ersten Absenkungsniveau auf ein bestimmtes zweites Absenkungsniveau weiter abgesenkt. Bei dem Inertisierungsverfahren ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Absenken des Sauerstoffgehaltes im Schutzraum auf das erste Absenkungsniveau entsprechend einer ersten Inertisierungskurve erfolgt, die vorgegeben ist durch eine Druckreduzierungskennlinie einer ersten Druckreduzierungseinrichtung, welche in einem ersten Parallelzweig angeordnet ist, und dass das weitere Absenken des Sauerstoffgehaltes im Schutzraum auf das zweite Absenkungsniveau entsprechend einer zweiten Inertisierungskurve erfolgt, die vorgegeben ist durch eine Druckreduzierungskennlinie einer zweiten Druckreduzierungseinrichtung, welche in einem zweiten Parallelzweig angeordnet ist.

[0036] Selbstverständlich ist es aber auch denkbar, dass bei Bedarf eine weitere Absenkung des Sauerstoffgehalts in dem Schutzraum von dem zweiten Absenkungsniveau auf ein bestimmtes drittes Absenkungsniveau erfolgt.

[0037] Das erfindungsgemäße Inertisierungsverfahren kann insbesondere von einer Inertgasfeuerlöschanlage ausgeführt werden, welche - wie vorstehend beschrieben - eine Druckreduzierungsvorrichtung mit mindestens zwei Parallelzweigen aufweist, und bei welcher das sauerstoffverdrängende Gas unter hohem Druck bis beispielsweise 300 bar in Hochdruckgasspeichern (wie etwa Stahlbehältern) bevorratet wird. Vor Einleitung des sauerstoffverdrängenden Gases in den Schutzraum wird dieser anfänglich hohe Speicherdruck durch eine in einem ersten Parallelzweig der Druckreduzierungsvorrichtung angeordnete Druckreduzierungseinrichtung auf einen Arbeitsdruck von vorzugsweise maximal 60 bar reduziert. Die in dem ersten Parallelzweig angeordnete Druckreduzierungseinrichtung umfasst zur Druckreduzierung eine Blende mit einer vorab festgelegten, beispielsweise mittels geeigneter Software berechneten Blendenöffnung.

[0038] Es ist bekannt, dass mit der Entleerung der Hochdruckgasspeicher der Bevorratungsdruck in den Löschmittelbehältern und somit auch der an der in dem ersten Parallelzweig angeordneten Druckreduzierungseinrichtung anliegende Eingangsdruck sinkt. Ebenso sinkt auch der Arbeitsdruck hinter der Blende der Druckreduzierungseinrichtung, d.h. der Ausgangsdruck der in dem ersten Parallelzweig angeordneten Druckreduzierungseinrichtung.

[0039] Mit den sinkenden Drücken in dem Hochdruckgasspeicher bzw. hinter der Blende der in dem ersten Parallelzweig angeordneten Druckreduzierungseinrichtung reduziert sich auch der in den Schutzbereich eingeführte Massen-/Volumenstrom an sauerstoffverdrängendem Gas. Um eine definierte Menge an sauerstoffverdrängendem Gas in einer vorbestimmten Zeit in den Schutzbereich einzubringen, muss demnach Sorge getragen werden, dass zu Beginn der Flutung ein entsprechend hoher Massen-/Volumenstrom vorliegt, wobei dieser zu Beginn der Flutung vorliegende hohe Massen-/Volumenstrom von dem mit der Entleerung der Hochdruckgasspeicher sinkenden Bevorratungsdruck abhängt. Problematisch allerdings ist, dass der zu Beginn der Flutung vorliegende hohe Massen-/Volumenstrom den Schutzbereich entsprechenden Belastungen durch Überdruck, Turbulenzen etc. aussetzt.

[0040] Mit der erfindungsgemäßen Lösung ist es möglich, dass in einer besonders einfach zu realisierenden aber dennoch effektiven Weise der Massen-/Volumenstrom über die zur Verfügung stehende Zeit verglichenmäßig werden kann, um Druck und Volumenstromspitzen zu Beginn der Flutung zu verhindern und somit die erforderlichen Schutzmaßnahmen im geschützten Bereich (z.B. Druckentlastungs-Öffnungsfläche) auf ein Minimum reduzieren zu können.

[0041] Beispielsweise ist es mit der erfindungsgemäßen Lösung möglich, dass die Zufuhr von sauerstoffverdrängendem Gas in einem Schritt aktiviert wird, wobei diese Zufuhr kombiniert ist mit einem stufenweisen Zuschalten von hinter dem Löschmittelvorrat angeordneten Parallelzweigen der Druckreduzierungsvorrichtung - und somit von Druckreduzierungseinrichtungen beispielsweise in Gestalt von Blenden. Auf diese Weise wird erreicht, dass das sauerstoffverdrängende Gas zu Beginn der Flutung bei hohem Vorratsdruck durch einen kleinen Blendenquerschnitt und mit fallendem Vorratsdruck durch einen stufenweise vergrößerten Blendenquerschnitt strömt. Es wird somit die bei konventionellen Löschanlagen auftretende Volumenstromspitze zu Beginn der Flutung gekappt, wodurch auch die resultierenden Sicherheitsmaßnahmen reduziert werden können.

[0042] Das Zuschalten der einzelnen Parallelzweige der Druckreduzierungsvorrichtung, und somit das Zuschalten der einzelnen Druckreduzierungseinrichtungen beispielsweise in Gestalt von Blenden kann addierend erfolgen, wobei zu bestimmten (vorab festgelegten) Zeitpunkten ein weiterer Parallelzweig in den Löschmittelstrom hinzugeschaltet wird und sich die Blendenquerschnitte der zur Druckreduzierung zum Einsatz kommenden Druckreduzierungseinrichtungen addieren. Alternativ hierzu ist es selbstverständlich auch denkbar, dass Parallelzweige der Druckreduzierungsvorrichtung, in denen Druckreduzierungseinrichtungen mit unterschiedlich großen Blenden (bzw. allgemeiner ausgedrückt mit unterschiedlichen Druckreduzierungskennlinien) für die verschiedenen Zeitpunkte zu- und wieder abgeschaltet werden.

[0043] Allgemeiner ausgedrückt betrifft demnach die Erfindung auch ein Inertisierungsverfahren zur Minderung des Risikos und zum Löschen von Bränden in einem Schutzraum, bei welchem ein unter hohem Druck gelagertes sauerstoffverdrängendes Gas zunächst auf einen Arbeitsdruck reduziert und anschließend in den Schutzraum eingeleitet wird, um den Sauerstoffgehalt in dem Schutzraum auf ein bestimmtes Absenkungsniveau abzusinken, wobei zur Druckreduzierung des unter hohem Druck gelagerten sauerstoffverdrängenden Gases eine erste Druckreduzierungseinrichtung zum Einsatz kommt, durch welche bereits zu Beginn der Absenkung des Sauerstoffgehaltes das sauerstoffverdrängende Gas strömt, und wobei zur Druckreduzierung des unter hohem Druck gelagerten sauerstoffverdrängenden Gases ferner mindestens eine zweite Druckreduzierungseinrichtung zum Einsatz kommt, durch welche erst nach Ablauf einer vorgegebenen Zeit nach Beginn der Absenkung das sauerstoffverdrängende Gas strömt.

[0044] Im Folgenden werden beispielhafte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Inertgasfeuerlöschanlage anhand der beiliegenden Zeichnungen näher beschrieben.

[0045] Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer ersten bei-

spielhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Inertgasfeuerlöschanlage;

Fig. 2 eine schematische Ansicht einer weiteren beispielhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Inertgasfeuerlöschanlage;

Fig. 3a den zeitlichen Verlauf der Sauerstoffkonzentration in einem Schutzraum bei Anwendung eines mit Hilfe einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Inertgasfeuerlöschanlage durchgeführten Inertisierungsverfahrens;

Fig. 3b den zeitlichen Verlauf eines quantitativen Messwertes einer Brandkenngröße bzw. des Rauchpegels in einem Schutzraum, in welchem die Sauerstoffkonzentration gemäß dem in Fig. 3a gezeigten Kurvenverlauf mit Hilfe einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Inertgasfeuerlöschanlage abgesenkt wird;

Fig. 4a den zeitlichen Verlauf der Sauerstoffkonzentration in einem Schutzraum bei der Anwendung einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Inertgasfeuerlöschanlage zur Durchführung eines mehrstufigen Inertisierungsverfahrens, wobei bereits während der Reduzierung des Sauerstoffgehaltes auf ein erstes Absenkungsniveau der Brand erloschen ist;

Fig. 4b den zeitliche Verlauf des quantitativen Messwertes einer Brandkenngröße bzw. des Rauchpegels in einem Schutzraum, in welchem die Sauerstoffkonzentration gemäß dem in Fig. 4a gezeigten Kurvenverlauf mit Hilfe einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Inertgasfeuerlöschanlage abgesenkt wird; und

Fig. 5 eine schematische Ansicht einer weiteren beispielhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Inertgasfeuerlöschanlage, die in Gestalt einer Mehrbereichsanlage ausgeführt ist.

[0046] Fig. 1 zeigt in einer schematischen Ansicht eine erste bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Inertgasfeuerlöschanlage 100. Die Inertgasfeuerlöschanlage 100 weist insgesamt 5 Hochdruckgasspeicher 1a, 1b, 1c, 2a, 2b auf, welche jeweils beispielsweise als handelsübliche 200-bar oder 300-bar Hochdruckgasflaschen ausgeführt sind. Denkbar hierbei wäre es auch, anstelle von Hochdruckgasflaschen ein oder mehrere Hochdruckgasspeicherbehälter, beispielsweise in Gestalt von Hochdruckgasspeicherrohren, einzusetzen. In den Hochdruckgasspeichern 1a, 1b, 1c, 2a, 2b wird ein

sauerstoffverdrängendes Gas oder Gasgemisch, bestehend beispielsweise aus Stickstoff, Kohlendioxid und/oder Edelgas, unter hohem Druck gespeichert.

[0047] Bei der dargestellten Ausführungsform der Inertgasfeuerlöschanlage 100 sind die Hochdruckgasspeicher 1a, 1b, 1c, 2a, 2b in zwei Gruppen bestehend aus den Hochdruckgasspeichern 1a, 1b, 1c und den Hochdruckgasspeichern 2a, 2b eingeteilt. Die Einteilung der Hochdruckgasspeicher 1a, 1b, 1c und 2a, 2b in Hochdruckgasspeicherbatterien hat den Vorteil, dass bei einer mehrstufigen Inertgasfeuerlöschanlage zum Einstellen eines bestimmten Absenkungsniveaus in der Raumatmosphäre eines Schutzraumes 10 nicht alle Hochdruckgasspeicher 1a, 1b, 1c, 2a, 2b gleichzeitig, sondern nur die Hochdruckgasspeicher 1a, 1b, 1c bzw. 2a, 2b verwendet werden können.

[0048] Jeder Hochdruckgasspeicher 1a, 1b, 1c, 2a, 2b ist mit einem Hochdruck-Sammelrohr 3 über ein Schnellöffnungsventil 11a, 11b, 11c, 12a, 12b verbindbar. Die jeweiligen Schnellöffnungsventile 11a, 11b, 11c, 12a, 12b können bei Bedarf über entsprechende Steuerleitungen 13a, 13b von einer Steuereinrichtung 7 angesteuert werden, um den zugehörigen Hochdruckgasspeicher 1a, 1b, 1c, 2a, 2b mit der Hochdruck-Sammelleitung 3 zu verbinden.

[0049] Die Hochdruck-Sammelleitung 3 ist mit einer Druckreduzierungsvorrichtung 6 verbunden. Die Aufgabe der Druckreduzierungsvorrichtung 6 besteht darin, das nach dem Öffnen von mindestens einem Schnellöffnungsventil 11a, 11b, 11c, 12a, 12b in die Hochdruck-Sammelleitung 3 unter hohem Druck einströmende sauerstoffverdrängende Gas auf einen vorab festgelegten Betriebsdruck von beispielsweise 60 bar zu reduzieren. Demnach liegt an der Eingangsseite der Druckreduzierungsvorrichtung 6 ein relativ hoher Gasdruck vor, der mit Hilfe von Druckreduzierungseinrichtungen 22, 32 auf den niedrigen Betriebsdruck reduziert wird. Die Ausgangsseite der Druckreduzierungsvorrichtung 6 ist mit einer Niederdruck-Löschleitung 4 verbunden, über welche das in der Druckreduzierungsvorrichtung 6 auf einen bestimmten Betriebsdruck heruntergedrosselte sauerstoffverdrängende Gas dem Schutzraum 10 zugeführt wird. Wie schematisch in Fig. 1 dargestellt, mündet die Niederdruck-Löschleitung 4 in dem Schutzraum 10 über eine Vielzahl von Löschdüsen 5.

[0050] Erfindungsgemäß weist die Druckreduzierungsvorrichtung 6 mindestens zwei, in der Ausführungsform gemäß Fig. 1 genau zwei Parallelzweige 21, 31 auf. In jedem Parallelzweig 21, 31 ist eine der bereits genannten Druckreduzierungseinrichtungen 22, 32 angeordnet. Über entsprechende mit Hilfe der Steuereinrichtung 7 ansteuerbare Ventile 23, 33 sind die einzelnen Druckreduzierungseinrichtungen 22, 32 der jeweiligen Parallelzweige 21, 31 einerseits mit der Hochdruck-Sammelleitung 3 und andererseits mit der Niederdruck-Löschleitung 4 verbindbar. Obwohl in der Darstellung gemäß Fig. 1 die jeweiligen Ventile 23, 33 zwischen der Hochdruck-

Sammelleitung 3 und der entsprechenden Druckreduzierungseinrichtung 22, 32 angeordnet sind, ist es selbstverständlich auch denkbar, dass die Ventile 23, 33 zwischen den entsprechenden Druckreduzierungseinrichtungen 22, 32 und der Niederdrucklöschleitung 4 vorliegen.

[0051] Zur Ansteuerung der jeweiligen Ventile 23, 33 der Druckreduzierungsvorrichtung 6 sind entsprechende Steuerleitungen 24, 34 vorgesehen, über welche Ansteuerbefehle von der Steuereinrichtung 7 zu den Ventilen 23, 33 übertragen werden können. Des Weiteren ist die Steuereinrichtung 7 über Steuerleitungen 13a und 13b mit den bereits erwähnten Schnellöffnungsventilen 11a, 11b, 11c, 12a, 12b der Hochdruckgasspeicher 1a, 1b, 1c, 2a, 2b verbunden, um bei Bedarf die den Schnellöffnungsventilen 11a, 11b, 11c, 12a, 12b zugeordneten Hochdruckgasspeicher 1a, 2b, 1c, 2a, 2b wahlweise mit der Hochdruck-Sammelleitung 3 verbinden zu können.

[0052] Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform der Inertgasfeuerlöschanlage 100 können die in den beiden Parallelzweigen 21, 31 vorgesehenen Druckreduzierungseinrichtungen 22, 32 beispielsweise jeweils unterschiedliche Druckreduzierungskennlinien aufweisen. Beispielsweise ist es denkbar, dass die in dem ersten Parallelzweig 21 angeordnete Druckreduzierungseinrichtung 22 als Druckminderer mit einer über einen festgelegten Druckbereich konstanten Druckreduzierungskennlinie ausgeführt ist. Wird demnach zum Fluten des Schutzraumes 10 mit Hilfe der Steuereinrichtung 7 das Ventil 23 geöffnet und das in dem zweiten Parallelzweig 31 angeordnete Ventil 33 geschlossen, strömt - sofern mit Hilfe der Steuereinrichtung 7 mindestens ein Schnellöffnungsventil 11a, 11b, 11c, 12a, 12b geöffnet wurde - das in der Hochdruck-Sammelleitung 3 unter hohem Druck vorliegende sauerstoffverdrängende Gas durch den ersten Parallelzweig 21 der Druckreduzierungsvorrichtung 6 zur Niederdruck-Löschleitung 4 und von dort über die Löschdüsen 5 in den Schutzraum 10. Da die in dem ersten Parallelzweig 21 angeordnete Druckreduzierungseinrichtung 22 bei der beispielhaften Ausführungsform gemäß Fig. 1 eine konstante Druckreduzierungskennlinie aufweist, wird - sofern das Ventil 23 geöffnet und das Ventil 33 geschlossen ist - dem Schutzraum 10 pro Zeiteinheit eine konstante Menge an sauerstoffverdrängendem Gas zugeführt. Bei der Zufuhr von Inertgas über den ersten Parallelzweig 21 der Druckreduzierungsvorrichtung 6 verläuft demnach die Inertisierungskurve geradlinig. Die Steilheit der (geradlinig verlaufenden) Inertisierungskurve ist einerseits von dem Raumvolumen des umschlossenen Schutzraumes 10 und andererseits von dem mit Hilfe der Druckreduzierungseinrichtung 22 reduzierten (konstanten) Betriebsdruck am Ausgang der Druckreduzierungsvorrichtung 6 abhängig. Je nachdem, auf welchen Druckwert die beispielsweise als Druckminderer ausgeführte Druckreduzierungseinrichtung 22 den in der Hochdruck-Sammelleitung 3 vorliegenden hohen Druck reduziert, verläuft die geradlinige Inertisierungskurve mehr oder weniger steil.

[0053] Die in dem zweiten Parallelzweig 31 angeordnete Druckreduzierungseinrichtung 32 kann beispielsweise ebenfalls als Druckminderer ausgeführt sein, welcher also über einen bestimmten Arbeitsbereich unabhängig von dem Eingangsdruck einen konstanten Ausgangsdruck liefert. Bevorzugt ist dabei vorgesehen, dass die Druckreduzierungskennlinie der in dem zweiten Parallelzweig 31 angeordneten Druckreduzierungseinrichtung 32 verschieden von der Druckreduzierungskennlinie der in dem ersten Parallelzweig 21 angeordneten Druckreduzierungseinrichtung 22 ausgeführt ist. So ist es beispielsweise denkbar, dass die in dem zweiten Parallelzweig angeordnete Druckreduzierungseinrichtung 32 ausgelegt ist, einen konstanten Ausgangsdruck bereitzustellen, der größer ist im Vergleich zu dem am Ausgang der im ersten Parallelzweig 21 angeordneten Druckreduzierungseinrichtung 22 vorliegenden reduzierten Druck. Auf diese Weise ist es möglich, dass durch eine geeignete Ansteuerung der Ventile 23, 33 dem Schutzraum 10 das sauerstoffverdrängende Gas mit unterschiedlichen Volumenströmen zugeführt wird. Im Hinblick auf eine notwendige Druckentlastung sollte dabei der dem Schutzraum 10 maximal zugeführte Volumenstrom an die maximal zulässige, pro Zeiteinheit dem Schutzraum 10 zuführbare Inertgasmenge angepasst sein.

[0054] Wie in Fig. 1 dargestellt, ist die erfindungsgemäße Inertgasfeuerlöschanlage 100 ferner mit einem Branderkennungssystem ausgerüstet, welches zumindest einen Brandkenngroßensensor 9 aufweist. Dieser Brandkenngroßensensor 9 ist bei der dargestellten Ausführungsform über eine Steuerleitung mit der Steuereinrichtung 7 verbunden. Mit Hilfe des Branderkennungssystems wird kontinuierlich oder zu vorgegebenen Zeiten bzw. Ereignissen überprüft, ob in der Raumluft des umschlossenen Raumes 10 ein Brand ausgebrochen ist. Bei der Detektion einer Brandkenngroße gibt der Brandkenngroßensensor 9 ein entsprechendes Signal an die Steuereinrichtung 7 ab. Die Steuereinrichtung 7 initiiert anschließend vorzugsweise automatisch die Inertisierung des umschlossenen Raumes 10.

[0055] Das mit Hilfe der Steuereinrichtung 7 realisierbare Inertisierungsverfahren wird anschließend im Zusammenhang mit den Figuren 3a, 3b und 4a, 4b beschrieben.

[0056] Der Fig. 1 ist ferner zu entnehmen, dass die Inertgasfeuerlöschanlage 100 gemäß der beispielhaft dargestellten Ausführungsform ferner mit einem Sensor 8 zur Erfassung der Sauerstoffkonzentration in der Raumumgebung des Schutzraumes 10 ausgerüstet ist. Die von dem Sensor 8 kontinuierlich oder zu vorgegebenen Zeiten bzw. Ereignissen aufgenommenen Messwerte werden über eine entsprechende Datenleitung der Steuereinrichtung 7 zugeführt. Auf diese Weise ist es möglich, dass mit Hilfe der Steuereinrichtung 7 die Sauerstoffkonzentration in dem Schutzraum 10 auf einem festgelegten Absenkungsniveau durch ggf. erforderliches Nachführen von sauerstoffverdrängendem Gas innerhalb eines ge-

wissen Regelbereiches gehalten werden kann.

[0057] In Fig. 2 ist eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Inertgasfeuerlöschanlage 100 dargestellt. Vom Aufbau her entspricht die in Fig. 2 gezeigte Inertgasfeuerlöschanlage 100 im Wesentlichen der zuvor unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschriebenen Anlage; allerdings mit der Ausnahme, dass bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform die Druckreduzierungsvorrichtung 6 insgesamt drei Parallelzweige 21, 31 und 41 mit jeweils einer Druckreduzierungseinrichtung 22, 32, 42 aufweist. Jeder Parallelzweig 21, 31, 41 der Druckreduzierungsvorrichtung 6 ist dabei über ein entsprechendes von der Steuereinrichtung 7 ansteuerbares Ventil 23, 33, 43 mit der Hochdruck-Sammelleitung 3 und der Niederdruck-Löschleitung 4 verbindbar.

[0058] Vorzugsweise weisen bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform die einzelnen Druckreduzierungseinrichtungen 22, 32, 42 unterschiedliche Druckreduzierungskennlinien auf. Indem durch ein entsprechendes Ansteuern der Ventile 23, 33, 43 wahlweise entweder einer der insgesamt drei Parallelzweige 21, 31, 41, oder zwei der insgesamt drei Parallelzweige 21, 31, 41, oder alle drei Parallelzweige 21, 31, 41 gleichzeitig mit der Hochdruck-Sammelleitung 3 einerseits und der Niederdruck-Löschleitung 4 andererseits verbunden werden, kann die Inertisierung des Schutzraumes 10 entsprechend insgesamt sechs verschiedener Inertisierungskurven erfolgen.

[0059] Die in den Figuren 1 und 2 dargestellten Druckreduzierungseinrichtungen 21, 31, 41 können als Druckminderer ausgebildet sein, die zumindest über einen bestimmten Eingangsdruckbereich eine konstante, gradlinige Druckreduzierungskennlinie aufweisen, so dass - unabhängig von dem Eingangsdruck (Druck in der Hochdruck-Sammelleitung 3) - ein konstanter Ausgangsdruckwerk bereitgestellt wird. Erfolgt dabei die Druckreduzierung nur mit einem Druckminderer, so nimmt die Inertisierungskurve einen geradlinigen Verlauf mit einer bestimmten Steigung an, wobei die Steigung der Inertisierungskurve beeinflusst werden kann, indem die pro Zeiteinheit durch die Druckreduzierungsvorrichtung 6 strömende Menge an sauerstoffverdrängendem Gas variiert wird.

[0060] Andererseits ist es selbstverständlich aber auch denkbar, dass zumindest ein Teil der in der Druckreduzierungsvorrichtung 6 zum Einsatz kommenden Druckreduzierungseinrichtungen 22, 32, 42 als Druckblende ausgeführt sind, wobei eine Druckreduzierung durch eine Querschnittsveränderung mittels einer Drosselscheibe mit einer Bohrung von einem bestimmten Durchmesser erfolgt. Die Größe der Bohrung ist der Inertgasfeuerlöschanlage nach Einsatzzweck angepasst ausgelegt. Eine Druckreduzierungseinrichtung, bei welcher die Druckreduzierung mit Hilfe einer Druckblende erfolgt, weist eine gekrümmte Druckreduzierungskennlinie auf, die abhängig ist von dem Verlauf des Eingangsdruckes (Druck in der Hochdruck-Sammelleitung 3) und somit Druckspitzen, insbesondere unmittelbar nach Öff-

nung eines der Schnellöffnungsventile 11a, 11b, 11c, 12a, 12b durchlässt.

[0061] Erfolgt die Inertisierung des Schutzraumes 10 über eine Druckreduzierungseinrichtung, welche zur Druckreduzierung einer Druckblende aufweist, nimmt die Inertisierungskurve einen bogenförmigen Verlauf an.

[0062] Obwohl die in den Figuren 1 und 2 schematisch gezeigten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Inertgasfeuerlöschanlage 100 als Einbereichs-Löschanlagen dargestellt sind, ist selbstverständlich auch die Verwendung als Mehrbereichs-Feuerlöschanlage denkbar. Hierzu ist es lediglich erforderlich, beispielsweise stromabwärts hinter der Druckreduzierungsvorrichtung 6 entsprechende Mehrbereichsventile vorzusehen, von denen Niederdruck-Löschleitungen zu den jeweiligen Schutzräumen führen. Die Steuereinrichtung 7 steuert die Mehrbereichsventile entsprechend an, um bestimmte Niederdruck-Löschleitungen mit dem Ausgang der Druckreduzierungsvorrichtung 6 zu verbinden.

[0063] Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Figuren 3a, b und 4a, b ein mit der erfindungsgemäßen Inertgasfeuerlöschanlage 100 ausführbares Inertisierungsverfahren beschrieben.

[0064] Fig. 3a und Fig. 3b zeigen jeweils die Sauerstoffkonzentration und den quantitativen Messwert einer mit Hilfe des Brandkenngößensensors 9 erfassten Brandkenngöße bzw. den Rauchpegel in dem Schutzraum 10, wobei mit Hilfe einer Inertgasfeuerlöschanlage 100 gemäß der vorliegenden Erfindung ein mehrstufiges Inertisierungsverfahren durchgeführt wird. Den Darstellungen in den Figuren 3a und 3b ist zu entnehmen, dass bis zum Zeitpunkt t_0 im Schutzraum 10 eine Sauerstoffkonzentration von etwa 21 Vol.-% vorliegt und somit der Sauerstoffkonzentration der normalen Umgebungsluft entspricht.

[0065] Zum Zeitpunkt t_0 beginnt die Inertisierung des Schutzraumes 10, indem bis zum Zeitpunkt t_1 der Raumatmosphäre des umschlossenen Raumes 10 kontinuierlich ein sauerstoffverdrängendes Gas zugeführt wird. Der Darstellung in Fig. 3a ist zu entnehmen, dass in dem Zeitintervall $t_0 - t_1$ die Inertisierungskurve geradlinig und relativ flach verläuft. Diese Kurvenform der Inertisierungskurve ist möglich, indem beispielsweise ein erster der mindestens zwei Parallelzweige 21, 31, 41 der Druckreduzierungsvorrichtung 6 mit der Hochdruck-Sammelleitung 3 und der Niederdruck-Löschleitung 4 verbunden wird, wobei in diesem ersten Parallelzweig 21 eine als Druckminderer ausgeführte Druckreduzierungseinrichtung 22 vorgesehen ist.

[0066] Zum Zeitpunkt t_1 ist der Sauerstoffgehalt in dem umschlossenen Raum 10 auf ein erstes Absenkungsniveau von beispielsweise 15,9 Vol.-% reduziert. Auf diesem ersten Absenkungsniveau wird der Sauerstoffgehalt bis zum Zeitpunkt t_2 gehalten. Dies erfolgt vorzugsweise, indem mit Hilfe des Sauerstoffsensors 8 kontinuierlich die Sauerstoffkonzentration in dem Schutzraum 10 gemessen wird, und indem in den Schutzraum in geregelter Weise sauerstoffverdrängendes Gas bzw. Frischluft ein-

geleitet wird. Unter dem Begriff "Halten der Sauerstoffkonzentration auf deinem bestimmten Absenkungsniveau" ist hierin das Halten der Sauerstoffkonzentration innerhalb eines gewissen Regelbereiches zu verstehen, d.h. innerhalb eines Bereiches, der durch einen oberen und einen unteren Schwellenwert definiert wird. Die maximale Amplitude der Sauerstoffkonzentration in diesem Regelbereich ist vorab einstellbar und beträgt beispielsweise 0,1 bis 0,4 Vol.-%.

[0067] In dem in Fig. 3a dargestellten Szenario wird zum Zeitpunkt t_0 ein Feueralarm von dem in den Figuren 1 und 2 dargestellten Brandkenngößen-Detektor 9 an die Steuereinrichtung 7 abgegeben, welche die Durchführung der Inertisierung, d.h. das Absenken des Sauerstoffgehaltes auf das erste Absenkungsniveau steuert. Im Einzelnen hat zu diesem Zeitpunkt t_0 der Rauchpegel bzw. der quantitative Messwert der Brandkenngöße, der von dem Brandkenngößen-Detektor 9 kontinuierlich oder zu vorgegebenen Zeiten erfasst wird, einen ersten Schwellenwert (Alarmschwelle 1) überschritten, wie es der Fig. 3b zu entnehmen ist. Als Reaktion auf diesen Feueralarm wird der Sauerstoffgehalt in dem Schutzraum von den ursprünglich 21 Vol.-% auf das erste Absenkungsniveau reduziert. Das erste Absenkungsniveau (Absenkungsniveau 1) entspricht bei dem in Fig. 3a dargestellten Kurvenverlauf einer Sauerstoffkonzentration von etwa 15,9 Vol.-%. Wie dem zeitlichen Verlauf der Fig. 3a zu entnehmen ist, erfolgt das Absenken des Sauerstoffgehaltes auf das erste Absenkungsniveau innerhalb einer relativ langen Zeitspanne ($t_1 - t_0$), da während der Inertisierung, d.h. während des Absenkens des Sauerstoffgehaltes auf das erste Absenkungsniveau, bereits eine aktive Brandbekämpfung stattfindet.

[0068] Indem kontinuierlich die Brandentwicklung in dem Schutzraum 10 während der Absenkung des Sauerstoffgehaltes auf das erste Absenkungsniveau überwacht wird, kann festgestellt werden, ob bereits während der Absenkung das Feuer vollständig erloschen ist.

[0069] Bei dem in den Figuren 3a und 3b dargestellten Szenario konnte der Brand bis zum Zeitpunkt t_2 nicht vollständig gelöscht werden, wie es die Entwicklung der Brandkenngößen gemäß Fig. 3b zu entnehmen ist. Vielmehr steigt in dem dargestellten Szenario der quantitative Wert der Brandkenngöße in der Raumluft des Schutzraumes 10 stetig an, und zwar trotz der Absenkung des Sauerstoffgehaltes auf das erste Absenkungsniveau. Dies ist ein Indiz dafür, dass trotz des reduzierten Sauerstoffgehaltes der Brand in dem Schutzraum 10 nicht erloschen ist.

[0070] Wenn, was bei den in den Figuren 3a und 3b gezeigten Szenario der Fall ist, nach Ablauf einer ersten vorgegebenen Zeit ΔT_1 , d.h. zum Zeitpunkt t_2 der quantitative Messwert der Brandkenngöße eine zweite vorgegebene Alarmschwelle überschreitet, wird davon ausgegangen, dass das Feuer noch nicht erloschen ist, so dass der zum Zeitpunkt t_0 ausgegebene Feueralarm noch einmal bestätigt wird. Die Bestätigung des Feueralarms zum Zeitpunkt t_2 bewirkt, dass die Sauerstoffkon-

zentration in dem Schutzraum 10 von dem ersten Absenkungsniveau (in Höhe von beispielsweise 15,9 Vol.-% Sauerstoff) weiter auf ein zweites Absenkungsniveau relativ rasch abgesenkt wird. Dies erfolgt durch zügiges Einleiten einer bestimmten Menge an sauerstoffverdrängendem Gas (Inertgas), so dass relativ rasch nach der Betätigung des Feueralarms zum Zeitpunkt t_2 die Sauerstoffkonzentration das zweite Absenkungsniveau in Höhe von beispielsweise 13,8 Vol.-% Sauerstoff erreicht hat. Der Vergleich der Inertisierungskurve in den Zeitintervallen $t_0 - t_1$ und $t_2 - t_3$ zeigt, dass bei der Absenkung des Sauerstoffgehaltes auf das zweite Absenkungsniveau die Inertisierungskurve ebenfalls geradlinig verläuft, allerdings eine deutlich größere Steigung im Vergleich zu der Inertisierungskurve in dem Zeitintervall zwischen t_0 und t_1 aufweist.

[0071] Die Steigung der Inertisierungskurve wird bei der dargestellten Ausführungsform beispielsweise dadurch erhöht, indem in der Druckreduzierungsvorrichtung 6 zusätzlich zu dem ersten Parallelzweig 21 ein zweiter Parallelzweig 31 zugeschaltet wird, in dem eine Druckreduzierungseinrichtung 32 in Gestalt eines Druckminderers angeordnet ist. Im Unterschied zu der Druckreduzierungseinrichtung 22, welche in dem ersten Parallelzweig 21 der Druckreduzierungsvorrichtung 6 angeordnet ist, ist die Druckreduzierungsvorrichtung 32 des zweiten Parallelzweiges 31 vorzugsweise allerdings ausgelegt, einen höheren Ausgangsdruck zu liefern, so dass die Inertisierungskurve bei der Absenkung auf das zweite Absenkungsniveau steiler verläuft.

[0072] Dem zugehörigen Kurvenverlauf der Fig. 3b ist zu entnehmen, dass auch das erneute Einleiten von Inertgas zum Einstellen des zweiten Absenkungsniveaus nicht zu einer vollständigen Eindämmung des im Schutzraum ausgebrochenen Feuers geführt hat. Der quantitative Messwert der Brandkenngroße zeigt zwar in einem Zeitfenster ΔT_2 zunächst eine Stagnation, was bedeutet, dass das Ausbreiten des Brandes in dem Schutzraum zumindest unterdrückt werden konnte, allerdings steigt nach einer gewissen Zeit der Rauchpegel bzw. der quantitative Messwert der Brandkenngroße erneut an und überschreitet sogar die Alarmschwelle 3, bei welcher ein Hauptalarm ausgelöst wird. Das Überschreiten der Alarmschwelle 3 erfolgt bei dem in Fig. 3b dargestellten Szenario zum Zeitpunkt t_4 .

[0073] Das erneute Bestätigen des Feueralarms zum Zeitpunkt t_4 bewirkt, dass in dem Schutzraum nun der Sauerstoffgehalt von dem zweiten Absenkungsniveau weiter auf das Vollinertisierungsniveau abgesenkt wird, was diesmal durch möglichst rasches Einleiten einer entsprechenden Menge an sauerstoffverdrängendem Gas in die Raumatmosphäre des Schutzraumes erfolgt. Im Einzelnen werden zu diesem Zweck in der Druckreduzierungsvorrichtung 6 zumindest zwei Parallelzweige 21, 31 gleichzeitig geöffnet, um somit einen möglichst großen Inertgasdurchsatz durch die Druckreduzierungsvorrichtung 6 zu ermöglichen. Da die zur Druckreduzierung zum Einsatz kommenden Druckreduzierungseinrichtun-

gen 22, 32 jeweils als Druckminderer ausgeführt sind, nimmt die Inertisierungskurve bei der Absenkung des Sauerstoffgehaltes von dem zweiten Absenkungsniveau auf das dritte Absenkungsniveau (Vollinertisierungsniveau) wieder einen geradlinigen Verlauf an, wobei allerdings die Steigung der Inertisierungskurve noch einmal erhöht wird.

[0074] Das Vollinertisierungsniveau ist vorzugsweise derart festgelegt, dass es einer Sauerstoffkonzentration entspricht, die unterhalb der Entzündungsgrenze der im Schutzraum vorhandenen Materialien (Brandlast) liegt. Mit dem Einstellen des Vollinertisierungsniveaus im Schutzraum wird somit der Brand durch Sauerstoffentzug vollständig gelöscht, wobei gleichzeitig ein Wiederentzünden der Materialien im Schutzraum wirksam verhindert wird.

[0075] Dem Kurvenverlauf der Fig. 3b ist zu entnehmen, dass nach Einstellung des Vollinertisierungsniveaus (zum Zeitpunkt t_5) der quantitative Messwert der Brandkenngroße kontinuierlich abnimmt, was bedeutet, dass das Feuer gelöscht wird bzw. erloschen ist. Das Vollinertisierungsniveau sollte zumindest so lange gehalten werden, bis sich die Temperatur im Schutzraum unterhalb der kritischen Entzündungsgrenze des Materials gesenkt hat. Denkbar wäre allerdings auch, dass das Vollinertisierungsniveau so lange gehalten wird, bis Einsatzkräfte eingetroffen sind und bis mittels einer beispielsweise manuellen Freigabe die Inertgasfeuerlöschanlage aus ihrem automatischen Feuerlöschmodus genommen ist.

[0076] Bei der Durchführung des Inertisierungsverfahrens, wie es beispielhaft anhand der Figuren 3a und 3b gezeigt ist, wird somit das Vollinertisierungsniveau über zwei Zwischenstufen, nämlich dem ersten und dem zweiten Absenkungsniveau eingestellt. Dabei kommt für jede Zwischenstufe eine andere Druckreduzierungsmaßnahme zum Einsatz, was sich letztendlich im Kurvenverlauf der Inertisierungskurve widerspiegelt.

[0077] In den Figuren 4a und 4b ist ein anderes Szenario dargestellt, bei welchem die Reduzierung des Sauerstoffgehaltes von ursprünglich 21 Vol.-% auf das erste Absenkungsniveau (beispielsweise 15,9 Vol.-%) entsprechend einer geradlinigen Inertisierungskurve vorgenommen wird, die bewusst eine derart geringe Steigung aufweist, dass erst nach einer verhältnismäßig langen Zeit der Sauerstoffgehalt in dem Schutzraum auf das erste Absenkungsniveau abgesenkt ist. Durch das langsame Einleiten des sauerstoffverdrängenden Gases in den Schutzraum müssen keine besonderen Druckentlastungsmaßnahmen vorgesehen werden. Des Weiteren kann während der Absenkung des Sauerstoffgehaltes sehr genau die Brandentwicklung bzw. Brandlöschung beobachtet werden.

[0078] Bei dem in Fig. 4 dargestellten Szenario ist dem Kurvenverlauf der Fig. 4b zu entnehmen, dass nach Auflösung des Feueralarms zum Zeitpunkt t_0 der quantitative Messwert der Brandkenngroße zunächst stagniert und dann kontinuierlich abnimmt, was ein Indiz dafür ist, dass

der Brand im Schutzraum erloschen ist. Zum Zeitpunkt t_1 unterschreitet der quantitative Messwert der Brandkenngröße die erste Alarmschwelle, infolgedessen die Einleitung von sauerstoffverdrängendem Gas zur Einstellung des ersten Absenkungsniveaus eingestellt werden kann. Demnach ermöglicht die erfindungsgemäße Lösung eine bedarfsgerechte Anpassung der zum Löschen verwendeten Inertgasmenge.

[0079] In Fig. 5 ist in einer schematischen Ansicht eine weitere beispielhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Inertgasfeuerlöschanlage 100 gezeigt, wobei diesmal die Inertgasfeuerlöschanlage 100 in Gestalt einer Mehrbereichsanlage ausgeführt ist, mit welcher ein präventiver Brandschutz oder eine Brandlöschung für insgesamt zwei Schutzräume 10-1 und 10-2 von ein und derselben Inertgasfeuerlöschanlage 100 bereitgestellt wird.

[0080] Wie bereits eingangs ausgeführt, ist es bei herkömmlichen Mehrbereichs-Feuerlöschanlagen problematisch, dass unabhängig davon, welcher der Schutzräume mit einem sauerstoffverdrängenden Gas zu fluten ist, die Inertisierung des Schutzraumes entsprechend ein und demselben Ereignisablauf vorgenommen wird. Demnach wird bei herkömmlichen Mehrbereichs-Feuerlöschanlagen einem Schutzraum, der ein relativ kleines Raumvolumen aufweist, pro Zeiteinheit dieselbe Menge an sauerstoffverdrängendem Gas zugeführt, wie einem Schutzraum mit einem verhältnismäßig großen Raumvolumen. Da die von der Inertgasfeuerlöschanlage pro Zeiteinheit bereitstellbare Inertgasmenge insbesondere von den existierenden Druckentlastungsmaßnahmen der jeweiligen Schutzräume abhängig ist, bedeutet dies, dass unter Umständen die Inertisierung eines Schutzraumes wesentlich langsamer erfolgt, als dies tatsächlich möglich wäre.

[0081] Mit der erfindungsgemäßen Lösung, die in einer beispielhaften Ausführungsform in Fig. 5 dargestellt ist, wird in einer besonders einfach zu realisierenden aber dennoch effektiven Weise erreicht, dass ein präventiver Brandschutz oder eine Brandlöschung für mehrere Schutzräume 10-1, 10-2 mit ein und derselben Inertgasfeuerlöschanlage 100 erzielbar ist, wobei eine im Brandfall oder bei Bedarf im Hinblick auf einen der mehreren Schutzräume 10-1, 10-2 zu initiiierende Inertisierung an den betreffenden Schutzraum anpassbar ist. Insbesondere wird dabei berücksichtigt, dass beispielsweise bei unterschiedlich dimensionierten Schutzräumen eine zur Inertisierung maximal pro Zeiteinheit eingeleitete Inertgasmenge an den entsprechenden Schutzraum angepasst ist. Wie bereits eingangs angedeutet, bestimmen hierbei insbesondere die zur Verfügung stehende Druckentlastung sowie die Druckfestigkeit der Raumhülle die maximal zulässige, pro Zeiteinheit in den Schutzraum eingeleitete Inertgasmenge. Diese maximal zulässige, pro Zeiteinheit in den Schutzraum eingeleitete Inertgasmenge legt letztendlich den Ereignisablauf bei der Inertisierung des Schutzraumes, d.h. die für den Raum anzuwendende Inertisierungskurve fest.

[0082] Die in Fig. 5 schematisch dargestellte Mehrbereichs-Feuertöschanlage 100 entspricht im Wesentlichen der Einbereichs-Feuerlöschanlage, welche zuvor unter Bezugnahme auf die Darstellung in Fig. 1 beschrieben wurde. Im Einzelnen weist die Mehrbereichs-Feuerlöschanlage 100 gemäß Fig. 5 mehrere Hochdruckgasspeicher 1a, 1b, 1c, 2a, 2b auf, welche wiederum jeweils beispielsweise als handelsübliche 200-bar oder 300-bar Hochdruckgasflaschen ausgeführt sein können, und in denen ein sauerstoffverdrängendes Gas oder Gasgemisch unter hohem Druck gespeichert wird. Jeder Hochdruckgasspeicher 1a, 1b, 1c, 2a, 2b ist mit einem Hochdruck-Sammelrohr 3 über ein von einer Steuereinrichtung 7 ansteuerbares Schnellöffnungsventil 11a, 11b, 11c, 12a, 12b verbindbar. Die Hochdruck-Sammelleitung 3 ist mit einer Druckreduzierungsvorrichtung 6 verbunden, welche mindestens zwei, in der Ausführungsform gemäß Fig. 5 genau zwei Parallelzweige 21, 31 aufweist. In jedem Parallelzweig 21, 31 ist eine der bereits genannten Druckreduzierungseinrichtungen 22, 32 angeordnet. Über entsprechende mit Hilfe der Steuereinrichtung 7 ansteuerbare Ventile 23, 33 sind die einzelnen Druckreduzierungseinrichtungen 22, 32 der jeweiligen Parallelzweige 21, 31 einerseits mit der Hochdruck-Sammelleitung 3 und andererseits mit einer an der Ausgangsseite der Druckreduzierungsvorrichtung 6 angeschlossene Niederdruck-Löschleitung 4 verbindbar.

[0083] Im Unterschied zu der in Fig. 1 schematisch dargestellten Einbereichs-Feuerlöschanlage teilt sich bei der in Fig. 5 dargestellten Mehrbereichs-Feuerlöschanlage 100 die an der Ausgangsseite der Druckreduzierungsvorrichtung 6 angeschlossene Niederdruck-Löschleitung 4 in zwei Parallelzweige 4-1 und 4-2 auf, wobei jeder Parallelzweig 4-1, 4-2 in einem der beiden Schutzräume 10-1, 10-2 jeweils über eine Vielzahl von Löschdüsen 5 mündet. Jeder Parallelzweig 4-1, 4-2 der Niederdruck-Löschleitung 4 ist über ein von der Steuereinrichtung 7 ansteuerbares Bereichsventil 41, 42 mit der Niederdruck-Löschleitung 4 und somit mit der Ausgangsseite der Druckreduzierungsvorrichtung 6 verbindbar.

[0084] Bei der in Fig. 5 dargestellten Ausführungsform der Mehrbereichs-Feuerlöschanlage 100 weisen die in den beiden Parallelzweigen 21, 31 der Druckreduzierungsvorrichtung 6 vorgesehenen Druckreduzierungseinrichtungen 22, 32 jeweils eine an einen der beiden Schutzräume 10-1, 10-2 angepasste Druckreduzierungskennlinie auf. Beispielsweise ist es denkbar, dass die in dem ersten Parallelzweig 21 angeordnete Druckreduzierungseinrichtung 22 eine an die maximal zulässige Belastung des ersten Schutzraumes 10-1 angepasste Druckreduzierungskennlinie aufweist. Wird demnach zum Fluten des ersten Schutzraumes 10-1 mit Hilfe der Steuereinrichtung 7 das Ventil 23 geöffnet und das in dem zweiten Parallelzweig 31 angeordnete Ventil 33 geschlossen, strömt - sofern mit Hilfe der Steuereinrichtung 7 mindestens ein Schnellöffnungsventil 11a, 11b, 11c, 12a, 12b geöffnet wurde - das in der Hochdruck-Sammelleitung 3 unter hohem Druck vorliegende sauerstoff-

verdrängende Gas durch den ersten Parallelzweig 21 der Druckreduzierungsvorrichtung 6 zur Niederdruck-Löschleitung 4. Unter der Voraussetzung, dass mit Hilfe der Steuereinrichtung 7 das dem ersten Schutzraum 10-1 zugeordnete Bereichsventil 41 geöffnet und das dem zweiten Schutzraum, 10-2 zugeordnete Bereichsventil 42 geschlossen wird, strömt das in dem ersten Parallelzweig 21 der Druckreduzierungsvorrichtung 6 druckreduziert Gas über den Parallelzweig 4-1 und die Löschdüsen 5 in den ersten Schutzraum 10-1.

[0085] Da die in dem ersten Parallelzweig 21 angeordnete Druckreduzierungseinrichtung 22 eine an die maximal zulässige Belastung des ersten Schutzraumes 10-1 angepasste Druckreduzierungskennlinie aufweist, erfolgt die Inertisierung des ersten Schutzraumes 10-1 gemäß einem an den ersten Schutzraum 10-1 speziell anpassbaren Ereignisablauf.

[0086] Da die in dem zweiten Parallelzweig 31 der Druckreduzierungsvorrichtung 6 angeordnete Druckreduzierungseinrichtung 32 kann entsprechend eine an die maximal zulässige Belastung des zweiten Schutzraumes 10-2 angepasste Druckreduzierungskennlinie aufweisen, so dass bei Bedarf auch die Inertisierung des zweiten Schutzraumes 10-2 gemäß einem an den zweiten Schutzraum 10-2 speziell anpassbaren Ereignisablauf erfolgen kann.

Patentansprüche

1. Inertgasfeuerlöschanlage (100) zur Minderung des Risikos und zum Löschen von Bränden in einem Schutzraum (10, 10-1, 10-2), wobei die Inertgasfeuerlöschanlage (100) mindestens einen Hochdruckgasspeicher (1a, 1b, 1c; 2a, 2b) aufweist, in welchem ein Sauerstoff verdrängendes Gas unter hohem Druck gespeichert ist, wobei der Hochdruckgasspeicher (1a, 1b, 1c; 2a, 2b) über ein Schnellöffnungsventil (11a, 11b, 11c; 12a, 12b) mit einer Sammelleitung (3) verbindbar ist, und wobei ferner eine Löschleitung (4, 4-1, 4-2) vorgesehen ist, welche einerseits über eine Druckreduzierungsvorrichtung (6) mit der Sammelleitung (3) und andererseits mit Löschdüsen (5) verbunden ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Druckreduzierungsvorrichtung (6) mindestens zwei Parallelzweige (21, 31, 41) mit jeweils einer Druckreduzierungseinrichtung (22, 32, 42) aufweist, wobei jeder Parallelzweig (21, 31, 41) über ein ansteuerbares Ventil (23, 33, 43) mit der Sammelleitung (3) und der Löschleitung (4, 4-1, 4-2) verbindbar ist, und wobei jede Druckreduzierungseinrichtung (22, 32, 42) ausgelegt ist, gemäß einer bekannten Druckreduzierungskennlinie einen hohen Eingangsdruck auf einen niedrigen Ausgangsdruck zu reduzieren.

2. Inertgasfeuerlöschanlage (100) nach Anspruch 1,

wobei ferner eine Steuereinrichtung (7) vorgesehen ist zum automatischen Durchführen eines mehrstufigen Inertisierungsverfahrens, bei welchem der Sauerstoffgehalt in dem Schutzraum (10, 10-1, 10-2) zunächst auf ein erstes Absenkungsniveau abgesenkt und bei Bedarf anschließend auf ein oder schrittweise auf mehrere vorgegebene Absenkungsniveaus weiter abgesenkt wird, wobei die Steuereinrichtung (7) ausgebildet ist, zum Einstellen der Absenkungsniveaus die Ventile (23, 33, 43) der Druckreduzierungsvorrichtung (6) derart anzusteuern, dass der Sauerstoffgehalt im Schutzraum (10, 10-1, 10-2) entsprechend einer vorgegebenen Inertisierungskurve reduziert wird.

3. Inertgasfeuerlöschanlage (100) nach Anspruch 2, wobei die Steuereinrichtung (7) ausgebildet ist, zum Absenken des Sauerstoffgehaltes auf das erste Absenkungsniveau die Ventile (23, 33, 43) der Druckreduzierungsvorrichtung (6) derart anzusteuern, dass nur ein erster Parallelzweig (21; 31) der mindestens zwei Parallelzweige (21, 31, 41) mit der Sammelleitung (3) und der Löschleitung (4, 4-1, 4-2) verbunden ist, und

wobei die Steuereinrichtung (7) ferner ausgebildet ist, zum weiteren Absenken des Sauerstoffgehaltes auf ein zweites Absenkungsniveau die Ventile (23, 33, 43) der Druckreduzierungsvorrichtung (6) derart anzusteuern, dass nur ein zweiter Parallelzweig (31; 21) der mindestens zwei Parallelzweige (21, 31, 41) mit der Sammelleitung (3) und der Löschleitung (4, 4-1, 4-2) verbunden ist,

wobei die Druckreduzierungskennlinie der in dem ersten Parallelzweig (21) angeordneten Druckreduzierungseinrichtung (22) verschieden von der Druckreduzierungskennlinie der in dem zweiten Parallelzweig (31) angeordneten Druckreduzierungseinrichtung (32) ist.

4. Inertgasfeuerlöschanlage (100) nach Anspruch 2, wobei die Steuereinrichtung (7) ausgebildet ist, zum Absenken des Sauerstoffgehaltes auf das erste Absenkungsniveau die Ventile (23, 33, 43) der Druckreduzierungsvorrichtung (6) derart anzusteuern, dass nur ein erster Parallelzweig (21) der mindestens zwei Parallelzweige (21, 31, 41) mit der Sammelleitung (3) und der Löschleitung (4, 4-1, 4-2) verbunden ist, und

wobei die Steuereinrichtung (7) ferner ausgebildet ist, zum weiteren Absenken des Sauerstoffgehaltes auf ein zweites Absenkungsniveau die Ventile (23, 33, 43) der Druckreduzierungsvorrichtung (6) derart anzusteuern, dass der erste Parallelzweig (21) und ein zweiter Parallelzweig (31) der mindestens zwei Parallelzweige (21, 31, 41) mit der Sammelleitung (3) und der Löschleitung (4, 4-1, 4-2) verbunden sind.

5. Inertgasfeuerlöschanlage (100) nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
wobei die Druckreduzierungsvorrichtung (6) mindestens drei Parallelzweige (21, 31, 41) mit jeweils einer Druckreduzierungseinrichtung (22, 32, 42) aufweist, wobei jeder Parallelzweig (21, 31, 41) über ein ansteuerbares Ventil (23, 33, 43) mit der Sammelleitung (3) und der Löschleitung (4, 4-1, 4-2) verbindbar ist, und wobei jede Druckreduzierungseinrichtung (22, 32, 42) ausgelegt ist, gemäß einer bekannten Druckreduzierungskennlinie einen hohen Eingangsdruck auf einen niedrigen Ausgangsdruck zu reduzieren, und
wobei die Steuereinrichtung (7) ausgebildet ist, zum Absenken des Sauerstoffgehaltes von dem zweiten Absenkungsniveau auf ein drittes Absenkungsniveau die Ventile (23, 33, 43) der Druckreduzierungsvorrichtung (6) derart anzusteuern, dass nur ein dritter Parallelzweig (41) der mindestens drei Parallelzweige (21, 31, 41) mit der Sammelleitung (3) und der Löschleitung (4, 4-1, 4-2) verbunden ist.
 10. Inertisierungsverfahren zur Minderung des Risikos und zum Löschen von Bränden in einem Schutzraum (10, 10-1, 10-2), bei welchem ein unter hohem Druck gelagertes sauerstoffverdrängendes Gas zunächst auf einen Arbeitsdruck reduziert und anschließend in den Schutzraum (10, 10-1, 10-2) eingeleitet wird, um den Sauerstoffgehalt in dem Schutzraum (10, 10-1, 10-2) auf ein bestimmtes Absenkungsniveau abzusenken,
dadurch gekennzeichnet, dass
zur Druckreduzierung des unter hohem Druck gelagerten sauerstoffverdrängenden Gases eine erste Druckreduzierungseinrichtung (22; 32) zum Einsatz kommt, welche in einem ersten Parallelzweig (21; 31) angeordnet ist, und durch welche bereits zu Beginn der Absenkung des Sauerstoffgehaltes das sauerstoffverdrängende Gas strömt; und dass zur Druckreduzierung des unter hohem Druck gelagerten sauerstoffverdrängenden Gases ferner mindestens eine zweite Druckreduzierungseinrichtung (32; 22) zum Einsatz kommt, welche in einem zweiten Parallelzweig (31; 21) angeordnet ist, und durch welche erst nach Ablauf einer vorgegebenen Zeit nach Beginn der Absenkung das sauerstoffverdrängende Gas strömt.
 11. Inertisierungsverfahren nach Anspruch 10, wobei die erste Druckreduzierungseinrichtung (22; 32) eine Druckblende mit einem ersten Blendenquerschnitt ist, und wobei die zweite Druckreduzierungseinrichtung (22; 32) eine Druckblende mit einem im Vergleich zum ersten Blendenquerschnitt vergrößerten Blendenquerschnitt ist.
 12. Inertisierungsverfahren nach Anspruch 10 oder 11, wobei nach Ablauf der vorgegebenen Zeit zur Druckreduzierung das sauerstoffverdrängende Gas sowohl durch die erste Druckreduzierungseinrichtung (22; 32) als auch durch die mindestens eine zweite Druckreduzierungseinrichtung (32; 22) strömt.
 13. Inertisierungsverfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei das Inertisierungsverfahren die folgenden Verfahrensschritte aufweist:
 - a) der Sauerstoffgehalt in dem Schutzraum (10) wird auf ein bestimmtes erstes Absenkungsniveau abgesenkt;
 - b) der Sauerstoffgehalt in dem Schutzraum (10) wird auf bzw. unter dem ersten Absenkungsniveau gehalten; und
6. Inertgasfeuerlöschanlage (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest ein Teil der Druckreduzierungseinrichtungen (22, 32, 42) eine Druckreduzierungskennlinie aufweist, bei welcher der Ausgangsdruck unabhängig von einem angelegten Eingangsdruck einen vorgegebenen Druckwert nicht überschreitet.
7. Inertgasfeuerlöschanlage (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest ein Teil der Druckreduzierungseinrichtungen (22, 32, 42) eine Druckreduzierungskennlinie aufweist, bei welcher der Ausgangsdruck proportional abhängig von dem Eingangsdruck ist.
8. Inertgasfeuerlöschanlage (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest ein Teil der Druckreduzierungseinrichtungen (22, 32, 42) eine Druckreduzierungskennlinie aufweist, bei welcher zumindest über einen bestimmten Druckbereich unabhängig von einem angelegten Eingangsdruck der Ausgangsdruck einen vorab festlegbaren konstanten Druckwert annimmt.
9. Inertgasfeuerlöschanlage (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welche mindestens zwei jeweils über ein Schnellöffnungsventil (11a, 11b, 11c; 12a, 12b) mit der Sammelleitung (3) verbindbare Hochdruckgasspeicher (1a, 1b, 1c; 2a, 2b) aufweist, wobei jedem Hochdruckgasspeicher (1a, 1b, 1c; 2a, 2b) ein Parallelzweig mit einer Druckreduzierungseinrichtung (22, 32, 42) derart zugeordnet ist, dass beim Öffnen des Schnellöffnungsventils (11a, 11b, 11c; 12a, 12b) von einem Hochdruckgasspeicher (1a, 1b, 1c; 2a, 2b) der mindestens zwei Hochdruckgasspeicher (1a, 1b, 1c; 2a, 2b) automatisch

c) im Falle eines Brandes in dem Schutzraum (10) oder bei Bedarf wird der Sauerstoffgehalt in dem Schutzraum (10) von dem ersten Absenkungsniveau auf ein bestimmtes zweites Absenkungsniveau weiter abgesenkt,

wobei das Absenken des Sauerstoffgehaltes im Schutzraum (10) auf das erste Absenkungsniveau entsprechend einer ersten Inertisierungskurve erfolgt, die vorgegeben ist durch eine Druckreduzierungskennlinie der ersten Druckreduzierungseinrichtung (22; 32), und wobei das weitere Absenken des Sauerstoffgehaltes im Schutzraum (10) auf das zweite Absenkungsniveau entsprechend einer zweiten Inertisierungskurve erfolgt, die vorgegeben ist durch eine Druckreduzierungskennlinie der zweiten Druckreduzierungseinrichtung (32; 22).

14. Inertisierungsverfahren nach Anspruch 13, wobei im Schutzraum (10, 10-1, 10-2), vorzugsweise kontinuierlich, zumindest eine Brandkenngroße gemessen wird, um zu ermitteln, ob in dem Schutzraum (10, 10-1, 10-2) ein Brand vorliegt.

Claims

1. An inert gas fire extinguisher (100) for reducing the risk of and extinguishing fires in a protected room (10, 10-1, 10-2), wherein the inert gas fire extinguisher (100) comprises at least one high-pressure gas tank (1a, 1b, 1c; 2a, 2b) in which an oxygen-displacing gas is stored under high pressure, wherein the high-pressure gas tank (1a, 1b, 1c; 2a, 2b) is connectable to a collecting line (3) via a quick-release valve (11a, 11b, 11c; 12a, 12b), and wherein an extinguishing line (4, 4-1, 4-2) is further provided which is connected on one side to the collecting line (3) via a pressure-reducing device (6) and on the other side to extinguishing nozzles (5),
characterized in that
the pressure-reducing device (6) comprises at least two parallel branches (21, 31, 41), each having a pressure-reducing unit (22, 32, 42), wherein each parallel branch (21, 31, 41) is connectable to the collecting line (3) and the extinguishing line (4, 4-1, 4-2) via a controllable valve (23, 33, 43), and wherein each pressure-reducing unit (22, 32, 42) is designed to reduce a high input pressure to a low output pressure according to a preset pressure-reducing characteristic.
2. The inert gas fire extinguisher (100) according to claim 1, wherein a control device (7) is further provided to automatically effect a multistage inerting process in which the oxygen content in the protected room (10, 10-1, 10-2) is first lowered to a first reduced level

and then further lowered as needed to another preset reduced level or successively to multiple preset reduced levels, wherein the control device (7) is designed to control the valves (23, 33, 43) of the pressure-reducing device (6) to set the reduced level such that the oxygen content in the protected room (10, 10-1, 10-2) reduces in accordance with a preset inerting curve.

3. The inert gas fire extinguisher (100) according to claim 2, wherein the control device (7) is designed to control the valves (23, 33, 43) of the pressure-reducing device (6) to lower the oxygen content to the first reduced level such that only one first parallel branch (21; 31) of the at least two parallel branches (21, 31, 41) is connected to the collecting line (3) and the extinguishing line (4, 4-1, 4-2), and wherein the control device (7) is further designed to control the valves (23, 33, 43) of the pressure-reducing device (6) to further lower the oxygen content to a second reduced level such that only one second parallel branch (31; 21) of the at least two parallel branches (21, 31, 41) is connected to the collecting line (3) and the extinguishing line (4, 4-1, 4-2), wherein the pressure-reducing characteristic of the pressure-reducing unit (22) arranged in the first parallel branch (21) differs from the pressure-reducing characteristic of the pressure-reducing unit (32) arranged in the second parallel branch (31).
4. The inert gas fire extinguisher (100) according to claim 2, wherein the control device (7) is designed to control the valves (23, 33, 43) of the pressure-reducing device (6) to lower the oxygen content to the first reduced level such that only one first parallel branch (21) of the at least two parallel branches (21, 31, 41) is connected to the collecting line (3) and the extinguishing line (4, 4-1, 4-2), and wherein the control device (7) is further designed to control the valves (23, 33, 43) of the pressure-reducing device (6) to further lower the oxygen content to a second reduced level such that the first parallel branch (21) and a second parallel branch (31) of the at least two parallel branches (21, 31, 41) are connected to the collecting line (3) and the extinguishing line (4, 4-1, 4-2).
5. The inert gas fire extinguisher (100) according to any one of claims 2 to 4, wherein the pressure-reducing device (6) comprises at least three parallel branches (21, 31, 41) each having a pressure-reducing unit (22, 32, 42), wherein each parallel branch (21, 31, 41) is connectable to the collecting line (3) and the extinguishing line (4, 4-1, 4-2) via a controllable valve (23, 33, 43), and wherein each pressure-reducing unit (22, 32, 42) is

- designed to reduce a high input pressure to a low output pressure according to a preset pressure-reducing characteristic, and wherein the control device (7) is designed to control the valves (23, 33, 43) of the pressure-reducing device (6) to lower the oxygen content from the second reduced level to a third reduced level such that only one third parallel branch (41) of the at least three parallel branches (21, 31, 41) is connected to the collecting line (3) and the extinguishing line (4, 4-1, 4-2).
6. The inert gas fire extinguisher (100) according to any one of the preceding claims, wherein at least some of the pressure-reducing units (22, 32, 42) exhibit a pressure-reducing characteristic with which, irrespective of a set input pressure, the output pressure does not exceed a predefined pressure value.
7. The inert gas fire extinguisher (100) according to any one of the preceding claims, wherein at least some of the pressure-reducing units (22, 32, 42) exhibit a pressure-reducing characteristic with which the output pressure is proportionally dependent on the input pressure.
8. The inert gas fire extinguisher (100) according to any one of the preceding claims, wherein at least some of the pressure-reducing units (22, 32, 42) exhibit a pressure-reducing characteristic with which, irrespective of a set input pressure, the output pressure assumes a predefinable constant pressure value over at least a specific range of pressure.
9. The inert gas fire extinguisher (100) according to any one of the preceding claims which comprises at least two high-pressure gas tanks (1a, 1b, 1c; 2a, 2b) which are connectable to a collecting line (3) via a quick-release valve (11a, 11b, 11c; 12a, 12b), wherein a parallel branch having a pressure-reducing unit (22, 32, 42) is allocated to each high-pressure gas tank (1a, 1b, 1c; 2a, 2b) such that when the quick-release valve (11a, 11b, 11c; 12a, 12b) of one high-pressure gas tank (1a, 1b, 1c; 2a, 2b) of the at least two high-pressure gas tanks (1a, 1b, 1c; 2a, 2b) opens, the valves (23, 33, 43) automatically control the pressure-reducing device (6) such that only the parallel branch (21, 31, 41) allocated to the one high-pressure gas tank (1a, 1b, 1c; 2a, 2b) is connected to the extinguishing line (4, 4-1, 4-2) and the collecting line (3).
10. An inerting method for reducing the risk of and extinguishing fires in a protected room (10, 10-1, 10-2) in which an oxygen-displacing gas stored under high pressure is first reduced to a working pressure and subsequently introduced into the protected room (10, 10-1, 10-2) so as to lower the oxygen content in the protected room (10, 10-1, 10-2) to a specific reduced level,
characterized in that
 a first pressure-reducing unit (22; 32) arranged in a first parallel branch (21; 31) is used to reduce the pressure of the oxygen-displacing gas stored under high pressure, and through which the oxygen-displacing gas flows as soon as the oxygen content begins to be lowered; and that
 at least one second pressure-reducing unit (32; 22) arranged in a second parallel branch (31; 21) is further used to reduce the pressure of the oxygen-displacing gas stored under high pressure, and through which the oxygen-displacing gas only flows after a predefined period of time has passed since the oxygen content began to be lowered.
11. The inerting method according to claim 10, wherein the first pressure-reducing unit (22; 32) is a pressure aperture exhibiting a first aperture cross-section, and wherein the second pressure-reducing unit (22; 32) is a pressure aperture exhibiting a larger aperture cross-section than the first aperture cross-section.
12. The inerting method according to claim 10 or 11, wherein after the predefined time set for reducing the pressure has passed, the oxygen-displacing gas flows through both the first pressure-reducing unit (22; 32) as well as through the at least one second pressure-reducing unit (32; 22).
13. The inerting method according to any one of claims 10 to 12, wherein the inerting method comprises the following steps:
 a) lowering the oxygen content in the protected room (10) to a specific first reduced level;
 b) maintaining the oxygen content in the protected room (10) at or below the first reduced level; and
 c) in the event of a fire in the protected room (10) or if otherwise needed, the oxygen content in the protected room (10) is further lowered from the first reduced level to a specific second reduced level,
 wherein the lowering of the oxygen content in the protected room (10) to the first reduced level ensues in accordance with a first inerting curve which is predetermined by a pressure-reducing characteristic of the first pressure-reducing unit (22; 32), and wherein the further lowering of the oxygen content in the protected room (10) to the second reduced level ensues in accordance with a second inerting curve which is predetermined by a pressure-reducing characteris-

tic of the second pressure-reducing unit (32; 22).

14. The inerting method according to claim 13, wherein at least one fire parameter is measured in the protected room (10, 10-1, 10-2), preferably continuously, in order to determine the presence of fire in said protected room (10, 10-1, 10-2).

Revendications

1. Installation d'extinction d'incendie à gaz inerte (100) pour réduire le risque et pour éteindre des incendies dans un local protégé (10, 10-1, 10-2), ladite installation d'extinction (100) comprenant au moins un accumulateur de gaz sous haute pression (1a, 1b, 1c ; 2a, 2b) dans lequel un gaz qui supplante l'oxygène est accumulé sous haute pression, ledit accumulateur de gaz sous haute pression (1a, 1b, 1c ; 2a, 2b) est susceptible d'être relié à une conduite de collecte (3) via une soupape à ouverture rapide (11a, 11b, 11c ; 12a, 12b), et dans laquelle il est en outre prévu une conduite d'extinction (4, 4-1, 4-2) qui est reliée d'une part à la conduite de collecte (3) via un dispositif réducteur de pression (6), et d'autre part à des buses d'extinction (5),

caractérisée en ce que

le dispositif réducteur de pression (6) comporte au moins deux ramifications parallèles (21, 31, 41) comportant chacune un organe réducteur de pression (22, 32, 42), chaque ramification parallèle (21, 31, 41) pouvant être reliée via une soupape commandée (23, 33, 43) à la conduite de collecte (3) et à la conduite d'extinction (4, 4-1, 4-2), et chaque organe réducteur de pression (22, 32, 42) est conçu afin de réduire, d'après une courbe caractéristique de réduction de pression connue, une pression d'entrée élevée en une pression de sortie basse.

2. Installation d'extinction d'incendie à gaz inerte (100) selon la revendication 1, dans laquelle il est en outre prévu une unité de commande (7) pour exécuter automatiquement un processus d'inertisation en plusieurs étapes, lors duquel la teneur en oxygène dans le local protégé (10, 10-1, 10-2) est abaissée tout d'abord à un premier niveau de réduction et en cas de besoin est ensuite à nouveau abaissée à un niveau de réduction prédéterminé ou pas à pas à plusieurs niveaux de réduction prédéterminés, l'unité de commande (7) étant réalisée, afin d'établir le niveau de réduction, pour piloter les soupapes (23, 33, 43) du dispositif de réduction de pression (6) de telle façon que la teneur en oxygène dans le local protégé (10, 10-1, 10-2) est réduite en correspondance d'une courbe d'inertisation prédéterminée.

3. Installation d'extinction d'incendie à gaz inerte (100)

selon la revendication 2,

dans laquelle l'unité de commande (7) est réalisée, afin d'abaisser la teneur en oxygène au premier niveau de réduction, pour piloter les soupapes (23, 33, 43) du dispositif de réduction de pression (6) de telle manière que seule une ramification parallèle (21 ; 31) desdites au moins deux ramifications parallèles (21, 31, 41) est reliée à la conduite de collecte (3) et à la conduite d'extinction (4, 4-1, 4-2), et

dans laquelle l'unité de commande (7) est en outre réalisée, afin de réduire encore la teneur en oxygène à un second niveau de réduction, pour piloter les soupapes (23, 33, 43) du dispositif de réduction de pression (6) de telle manière que seule une seconde ramification parallèle (31 ; 21) desdites au moins deux ramifications parallèles (21, 31, 41) est reliée à la conduite de collecte (3) et à la conduite d'extinction (4, 4-1, 4-2),

dans laquelle la courbe caractéristique de réduction de pression de l'organe de réduction de pression (22) agencé dans la première ramification parallèle (21) est différente de la courbe caractéristique de réduction de pression de l'organe de réduction de pression (32) agencé dans la seconde ramification parallèle (31).

4. Installation d'extinction d'incendie à gaz inerte (100) selon la revendication 2, dans laquelle l'unité de commande (7) est réalisée, afin d'abaisser la teneur en oxygène au premier niveau de réduction, pour piloter les soupapes (23, 33, 43) du dispositif de réduction de pression (6) de telle manière que seule une première ramification parallèle (21) desdites au moins deux ramifications parallèles (21, 31, 41) est reliée à la conduite de collecte (3) et à la conduite d'extinction (4, 4-1, 4-2), et dans laquelle l'unité de commande (7) est en outre réalisée, afin d'abaisser encore la teneur en oxygène à un second niveau de réduction, pour piloter les soupapes (23, 33, 43) du dispositif de réduction de pression (6) de telle manière que la première ramification parallèle (21) et une seconde ramification parallèle (31) desdites au moins deux ramifications parallèles (21, 31, 41) sont reliées à la conduite de collecte (3) et à la conduite d'extinction (4, 4-1, 4-2).

5. Installation d'extinction d'incendie à gaz inerte (100) selon l'une des revendications 2 à 4, dans laquelle le dispositif de réduction de pression (6) comprend au moins trois ramifications parallèles (21, 31, 41) avec chacune un organe de réduction de pression (22, 32, 42), chaque ramification parallèle (21, 31, 41) pouvant être reliée via une soupape commandée (23, 33, 43) à la conduite de collecte (3) et à la conduite d'extinction (4, 4-1, 4-2), et chaque organe de réduction de pression (22, 32, 42) est conçu de manière à réduire, suivant une courbe caractéristique de réduction de pression connue, une

pression d'entrée élevée en une pression de sortie basse, et

dans laquelle l'unité de commande (7) est réalisée, afin d'abaisser la teneur en oxygène depuis le second niveau de réduction jusqu'à un troisième niveau de réduction, pour piloter les soupapes (23, 33, 43) du dispositif de réduction de pression (6) de telle manière que seule une troisième ramification parallèle (41) desdites au moins trois ramifications parallèles (21, 31, 41) est reliée à la conduite de collecte (3) et à la conduite d'extinction (4, 4-1, 4-2).

6. Installation d'extinction d'incendie à gaz inerte (100) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle au moins une partie des organes de réduction de pression (22, 32, 42) présentent une courbe caractéristique de réduction de pression dans laquelle la pression de sortie ne dépasse pas une valeur de pression prédéterminée indépendamment de la pression d'entrée appliquée.

7. Installation d'extinction d'incendie à gaz inerte (100) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle au moins une partie des organes de réduction de pression (22, 32, 42) présentent une courbe caractéristique de réduction de pression dans laquelle la pression de sortie dépend proportionnellement de la pression d'entrée.

8. Installation d'extinction d'incendie à gaz inerte (100) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle au moins une partie des organes de réduction de pression (22, 32, 42) présentent une courbe caractéristique de réduction de pression dans laquelle, au moins au-dessus d'une plage de pression déterminée, et indépendamment de la pression d'entrée appliquée, la pression de sortie adopte une valeur de pression constante qui peut être fixée auparavant.

9. Installation d'extinction d'incendie à gaz inerte (100) selon l'une des revendications précédentes, qui comprend au moins deux accumulateurs de gaz à haute pression (1a, 1b, 1c ; 2a, 2b) susceptibles d'être reliés à la conduite de collecte (3) via une soupape à ouverture rapide respective (11a, 11b, 11c ; 12a, 12b), dans laquelle une ramification parallèle avec un organe de réduction de pression (22, 32, 42) est associée à chaque accumulateur à gaz sous haute pression (1a, 1b, 1c ; 2a, 2b) de telle manière que lors de l'ouverture de la soupape à ouverture rapide (11a, 11b, 11c ; 12a, 12b) d'un accumulateur de gaz à haute pression (1a, 1b, 1c ; 2a, 2b) desdits au moins deux accumulateurs de gaz à haute pression (1a, 1b, 1c ; 2a, 2b), les soupapes (23, 33, 43) du dispositif de réduction de pression (6) sont pilotées automatiquement de telle façon que seule la ramification parallèle associée à l'un des accumula-

teurs de gaz à haute pression (1a, 1b, 1c ; 2a, 2b) est reliée à la conduite d'extinction (4, 4-1, 4-2) et à la conduite de collecte (3).

10. Procédé d'inertisation pour réduire le risque et pour éteindre des incendies dans un local protégé (10, 10-1, 10-2), dans lequel un gaz qui supplante l'oxygène et qui est stocké sous haute pression est tout d'abord réduit à une pression de travail et on l'introduit ensuite dans le local protégé (10, 10-1, 10-2), afin d'abaisser la teneur en oxygène dans le local protégé (10, 10-1, 10-2) à un niveau d'abaissement prédéterminé,

caractérisé en ce que

pour réduire la pression du gaz qui supplante l'oxygène et qui est stocké sous haute pression, on utilise un premier organe de réduction de pression (22 ; 32), celui-ci étant agencé dans une première ramification parallèle (21 ; 31), et à travers lequel s'écoule le gaz assurant le refoulement de l'oxygène déjà au commencement de l'abaissement de la teneur en oxygène, et **en ce que**

pour réduire la pression du gaz qui supplante l'oxygène et qui est stocké sous haute pression, on utilise en outre au moins un second organe de réduction de pression (32 ; 22) qui est agencé dans une seconde ramification parallèle (31 ; 21), et à travers lequel le gaz qui supplante l'oxygène s'écoule uniquement après écoulement d'un temps prédéterminé après commencement de l'abaissement.

11. Procédé d'inertisation selon la revendication 10, dans lequel le premier organe de réduction de pression (22 ; 32) est un diaphragme de pression avec une première section de diaphragme, et dans lequel le second organe de réduction de pression (22 ; 32) est un diaphragme de pression avec une section de diaphragme agrandie par comparaison à la première section de diaphragme.

12. Procédé d'inertisation selon la revendication 10 ou 11, dans lequel, après écoulement du temps prédéterminé pour la réduction de pression, le gaz qui supplante l'oxygène s'écoule à la fois à travers le premier organe de réduction de pression (22 ; 32) et à travers ledit au moins un second organe de réduction de pression (32 ; 22).

13. Procédé d'inertisation selon l'une des revendications 10 à 12, dans lequel le procédé d'inertisation comprend les étapes suivantes :

a) on abaisse la teneur en oxygène dans le local protégé (10) à un premier niveau d'abaissement déterminé ;

b) on maintient la teneur en oxygène dans le local protégé (10) au premier niveau d'abaisse-

ment ou au-dessous de celui-ci ; et

c) dans le cas d'un incendie dans le local protégé (10) ou en cas de besoin, la teneur en oxygène dans le local protégé (10) est abaissée encore depuis le premier niveau d'abaissement jusqu'à un second niveau d'abaissement déterminé,

dans lequel l'abaissement de la teneur en oxygène dans le local protégé (10) jusqu'au premier niveau d'abaissement a lieu en correspondance d'une première courbe d'inertisation, qui est imposée par une courbe caractéristique de réduction de pression du premier organe de réduction de pression (22 ; 32), et dans lequel la poursuite de l'abaissement de la teneur en oxygène dans le local protégé (10) jusqu'au second niveau d'abaissement a lieu en correspondance d'une seconde courbe d'inertisation, qui est imposée par une courbe caractéristique de réduction de pression du second organe de réduction de pression (32 ; 22).

14. Procédé d'inertisation selon la revendication 13, dans lequel on mesure dans le local protégé (10, 10-1, 10-2) au moins une grandeur caractéristique en cas d'incendie, de préférence en continu, pour déterminer s'il existe un incendie dans le local protégé (10 ; 10-1, 10-2).

30

35

40

45

50

55

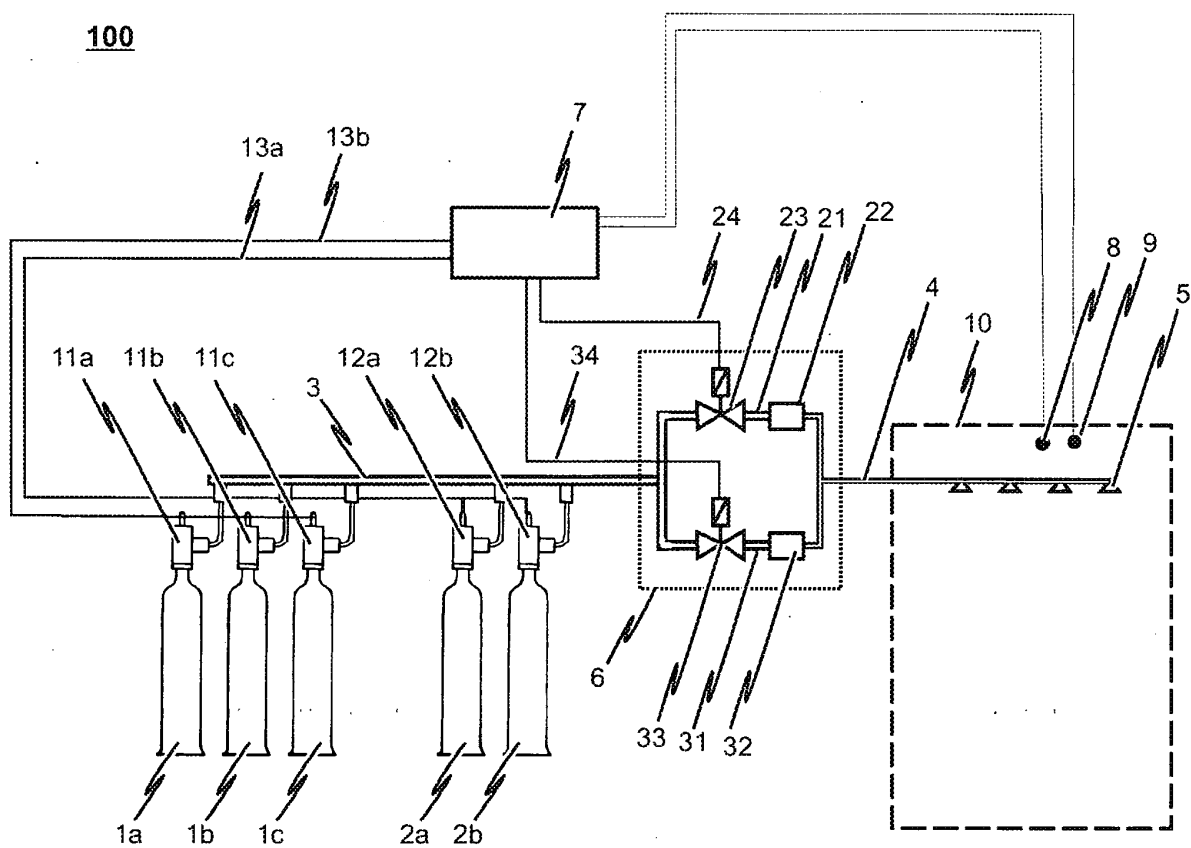


Fig. 1

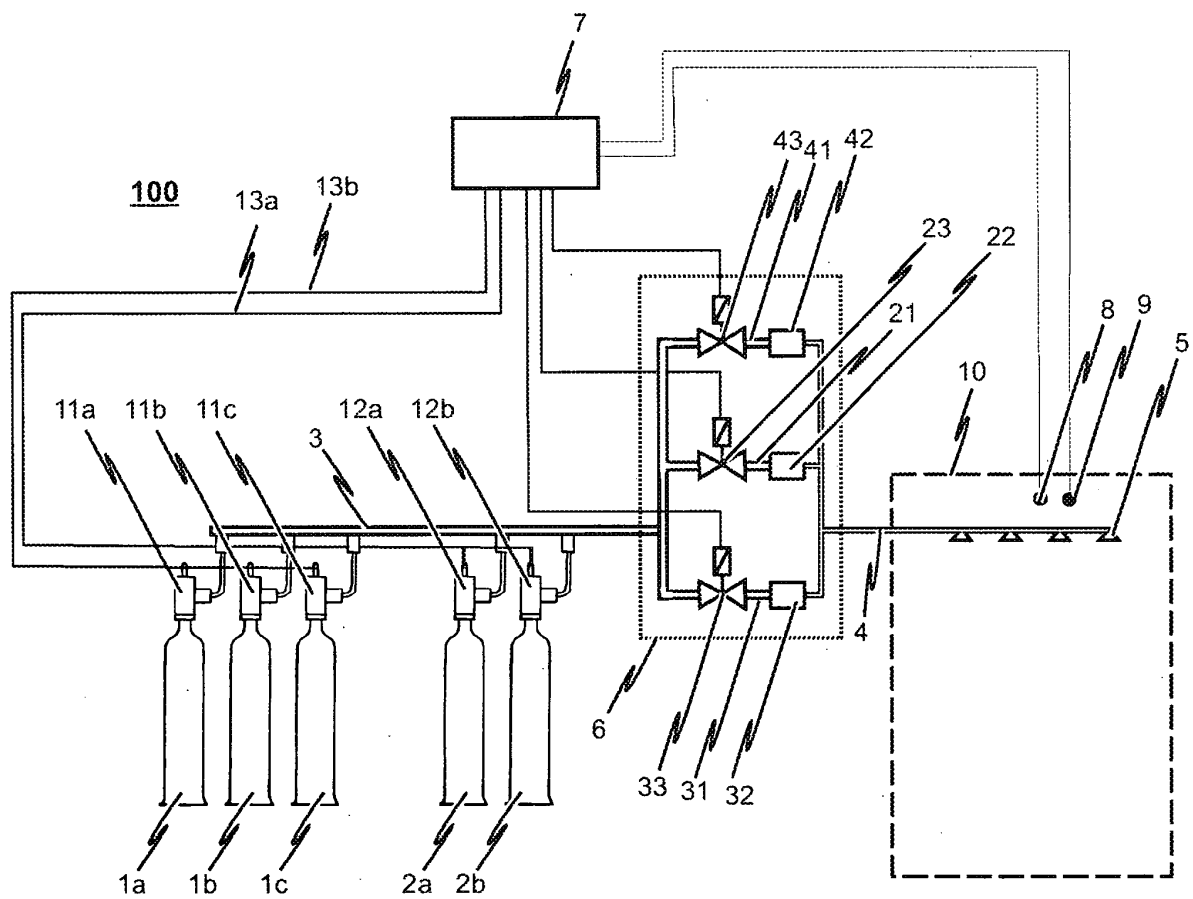


Fig. 2

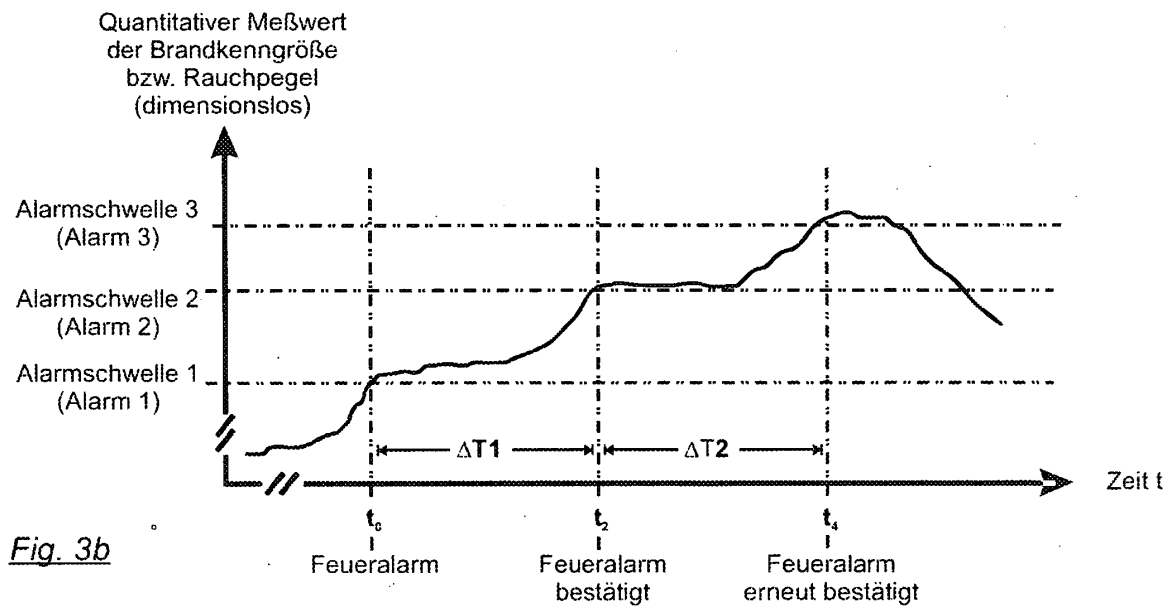
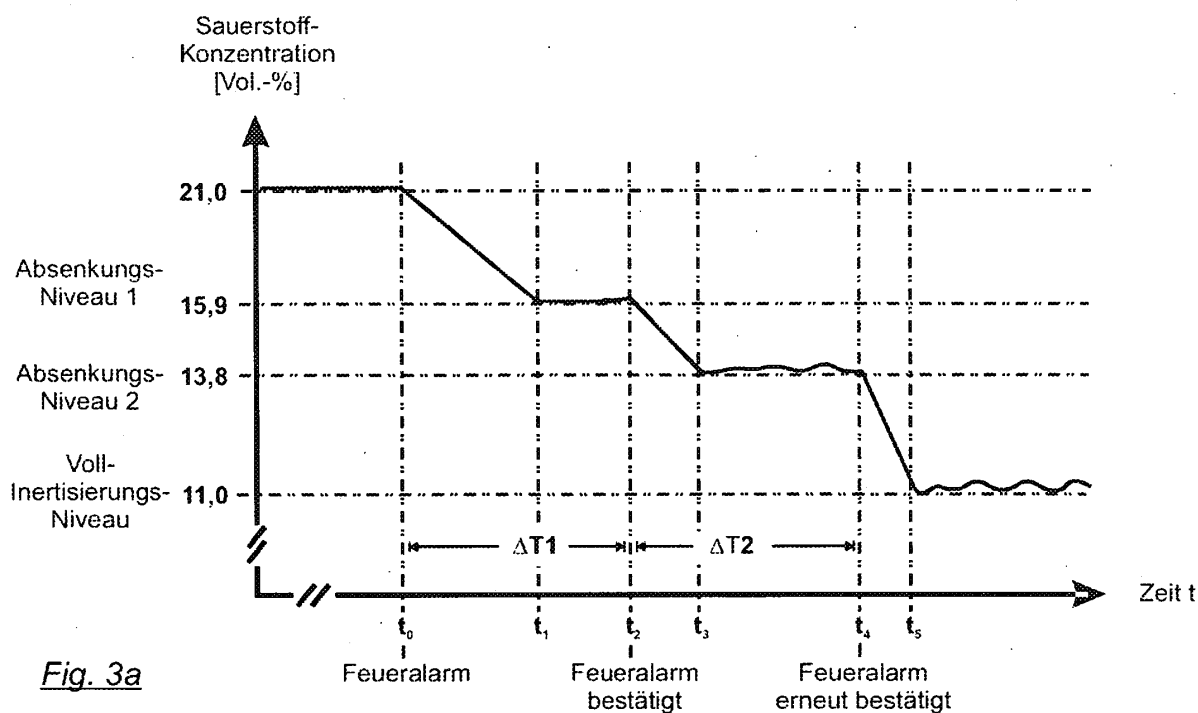


Fig. 3

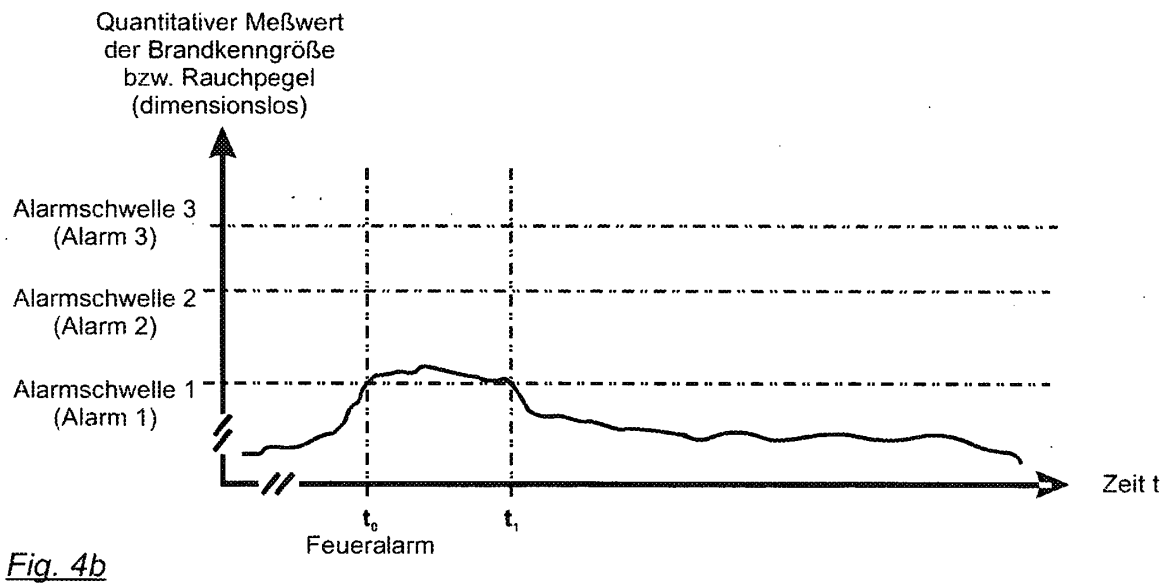
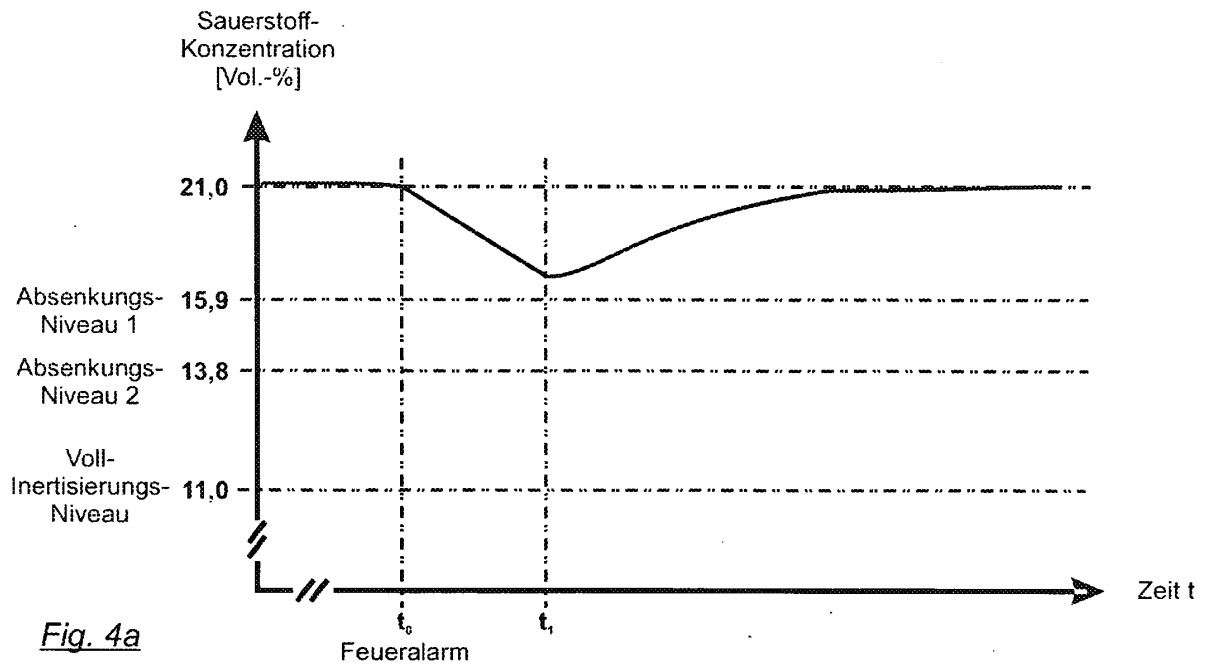


Fig. 4

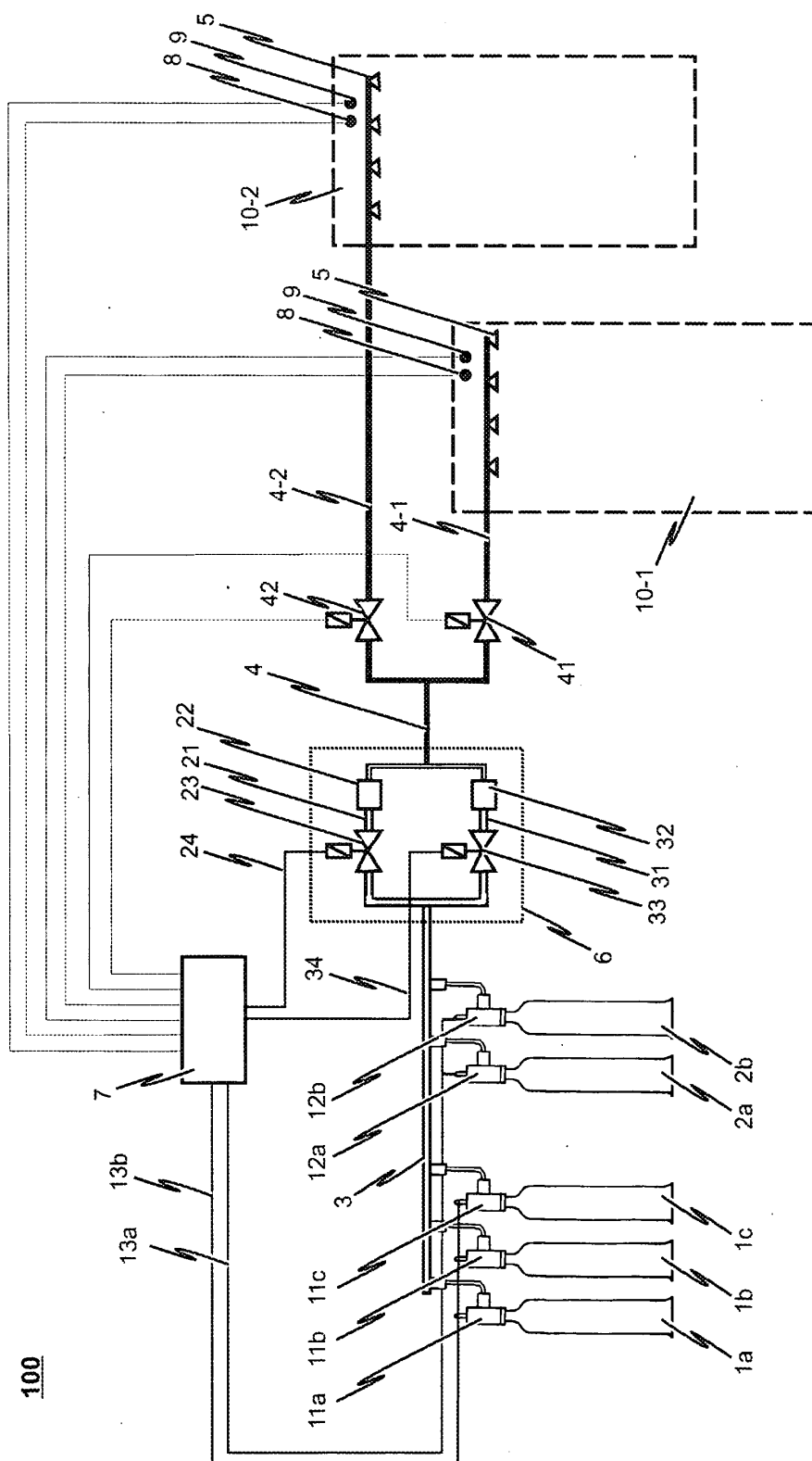


Fig. 5

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19811851 A1 [0002] [0006] [0007] [0009] [0012]