

(19)



(11)

EP 3 393 606 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

05.03.2025 Patentblatt 2025/10

(21) Anmeldenummer: **16825425.8**

(22) Anmeldetag: **22.12.2016**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

A62C 99/00 ^(2010.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

A62C 99/0018

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2016/082373

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2017/109069 (29.06.2017 Gazette 2017/26)

(54) **SAUERSTOFFREDUZIERUNGSANLAGE UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER SAUERSTOFFREDUZIERUNGSANLAGE**

OXYGEN REDUCTION SYSTEM AND METHOD FOR OPERATING AN OXYGEN REDUCTION SYSTEM

INSTALLATION DE REDUCTION D'OXYGENE ET PROCEDE DE FONCTIONNEMENT D'UNE INSTALLATION DE REDUCTION D'OXYGENE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

(30) Priorität: **22.12.2015 EP 15201906**

22.12.2015 US 201514977755

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

31.10.2018 Patentblatt 2018/44

(73) Patentinhaber: **Amrona AG**

6304 Zug (CH)

(72) Erfinder:

- **WAGNER, Ernst-Werner**
29308 Winsen/Aller (DE)
- **EICHHOFF, Julian**
30627 Hannover (DE)

(74) Vertreter: **Meissner Bolte Partnerschaft mbB**

Patentanwälte Rechtsanwälte
Postfach 86 06 24
81633 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 1 913 978 EP-A1- 1 913 980
EP-A1- 2 233 175

EP 3 393 606 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 vorliegende Erfindung betrifft eine Sauerstoffreduzierungsanlage sowie ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Anlage.

[0002] Eine Sauerstoffreduzierungsanlage der erfindungsgemäßen Art dient insbesondere zum geregelten Reduzieren des Sauerstoffgehalts in der Atmosphäre eines umschlossenen Bereiches. Hierzu weist die Sauerstoffreduzierungsanlage ein Gasseparationssystem zum Bereitstellen eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches bzw. eines Inertgases und ein Leitungssystem auf, welches mit dem Gasseparationssystem und mit dem umschlossenen Bereich strömungsmäßig verbunden oder verbindbar ist, um bedarfsweise mindestens einen Teil des von dem Gasseparationssystem bereitgestellten Gasgemisches bzw. Gases dem umschlossenen Bereich zuzuführen.

[0003] Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Anlage dient beispielsweise zur Minderung des Risikos und zum Löschen von Bränden in einem zu überwachenden Schutzraum, wobei zur Brandverhütung bzw. zur Brandbekämpfung der umschlossene Raum auch auf unterschiedlichen Absenkungsniveaus dauerinertisiert wird bzw. dauerinertisierbar ist.

[0004] Die Druckschrift EP 1 913 980 A1 betrifft eine Inertisierungsvorrichtung zum Einstellen und Halten vorgegebener Inertisierungsniveaus in einem zu überwachenden Schutzraum. Die Inertisierungsvorrichtung weist hierzu eine ansteuerbare Inertgasanlage zum Bereitstellen von Inertgas, ein mit der Inertgasanlage verbundenes Zufuhrrohrsystem, welches mit dem Schutzraum verbindbar ist, um das von der Inertgasanlage bereitgestellte Inertgas dem Schutzraum zuzuführen, und eine Inertgasanlagen-Steuereinheit auf, welche ausgelegt ist, die Inertgasanlage derart anzusteuern, dass eine von der Inertgasanlage bereitgestellte Inertgasrate einen Wert annimmt, der zum Einstellen und/oder Halten eines ersten vorgebbaren Inertisierungsniveaus in dem Schutzraum geeignet ist.

[0005] Die Druckschrift EP 1 913 978 A1 betrifft ebenfalls eine Inertisierungsvorrichtung zum Einstellen und Halten vorgegebener Inertisierungsniveaus in einem zu überwachenden Schutzraum. Die Inertisierungsvorrichtung weist hierzu eine ansteuerbare Inertgasanlage zum Bereitstellen von Inertgas, ein mit der Inertgasanlage verbundenes erstes Zufuhrrohrsystem, welches mit dem Schutzraum verbindbar ist, um das von der Inertgasanlage bereitgestellte Inertgas dem Schutzraum zuzuführen, und eine Steuereinheit auf, welche ausgelegt ist, die Inertgasanlage derart anzusteuern, dass ein vorgegbares Inertisierungsniveau in dem Schutzraum eingestellt und gehalten wird.

[0006] Die Druckschrift EP 2 233 175 A1 betrifft ferner eine Inertgasanlage zur Brandverhütung.

[0007] Dem Grundprinzip der Inertisierungstechnik zur Brandverhütung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass in umschlossenen Räumen, die nur gelegentlich von

Mensch oder Tier betreten werden und deren Einrichtung sensibel auf Wassereinwirkung reagiert, der Brandgefahr dadurch begegnet werden kann, dass die Sauerstoffkonzentration in dem betroffenen Bereich auf einen Wert von beispielsweise etwa 15 Vol.-% abgesenkt wird. Bei einer solchen (reduzierten) Sauerstoffkonzentration können sich die meisten brennbaren Materialien nicht mehr entzünden. Haupteinsatzgebiet dieser Inertisierungstechnik zur Brandverhütung sind dementsprechend auch EDV-Bereiche, elektrische Schalt- und Verteilerräume, umschlossene Einrichtungen sowie Lagerbereiche mit besonders hochwertigen Wirtschaftsgütern.

[0008] Die bei diesem Verfahren resultierende Brandverhütungswirkung 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. Zur Brandverhütung wird durch Einleiten eines sauerstoffverdrängenden Gases, wie beispielsweise Stickstoff, der Sauerstoffanteil in der Raumatmosphäre des umschlossenen Raumes verringert. Es ist bekannt, dass eine Brandverhütungswirkung bereits dann einsetzt, wenn der Sauerstoffanteil unter den Sauerstoffanteil in der normalen Umgebungsluft sinkt. Abhängig von den in dem Schutzraum vorhandenen brennbaren Materialien kann ein weiteres Absenken des Sauerstoffgehalts auf beispielsweise 12 Vol.-% erforderlich sein.

[0009] Als weiteres Anwendungsbeispiel für die erfindungsgemäße Sauerstoffreduzierungsanlage bzw. das erfindungsgemäße Verfahren sei das Bereitstellen von Trainingsbedingungen zum Hypoxietraining in einem umschlossenen Raum genannt, bei dem der Sauerstoffgehalt reduziert ist. In solch einem Raum ist ein Training unter künstlich hergestellten Höhenbedingungen möglich, welches auch als "normobares Hypoxietraining" bezeichnet wird.

[0010] Weiter sei als Anwendungsbeispiel die Lagerung von Gegenständen, insbesondere Lebensmitteln vorzugsweise Kernobst, unter einer sogenannten "Controlled Atmosphere (CA)" genannt, in der unter anderem der prozentuale anteilige Luftsauerstoff geregelt wird, um den Alterungsprozess leicht verderblicher Waren zu verlangsamen.

[0011] Eine Sauerstoffreduzierungsanlage der eingangs genannten Art ist dem Prinzip nach aus dem Stand der Technik bekannt. Beispielsweise wird in der Druckschrift DE 198 11 851 A1 eine Inertierungsanlage beschrieben, welche ausgelegt ist, den Sauerstoffgehalt in einem umschlossenen Raum auf ein bestimmtes Grundinertisierungsniveau abzusenken, und im Falle eines Brandes den Sauerstoffgehalt rasch auf ein bestimmtes Vollinertisierungsniveau weiter abzusenken.

[0012] Unter dem hierin verwendeten Begriff "Grundinertisierungsniveau" ist ein im Vergleich zum Sauerstoffgehalt der normalen Umgebungsluft reduzierter Sauerstoffgehalt zu verstehen, wobei allerdings dieser reduzierte Sauerstoffgehalt noch keinerlei Gefährdung von Personen oder Tieren bedeutet, so dass diese - zumin-

dest kurzzeitig - den dauerinertisierten Bereich noch problemlos, d.h. ohne besondere Schutzmaßnahmen, wie beispielsweise Sauerstoffmasken, betreten könnten. Das Grundinertisierungsniveau entspricht beispielsweise einem Sauerstoffgehalt in dem umschlossenen Bereich von 15 bis 17 Vol.-%.

[0013] 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 Bereich vorhandenen Brandlast liegt das Vollinertisierungsniveau in der Regel bei etwa 12 bis 14 Vol.-% Sauerstoffkonzentration.

[0014] Um einen umschlossenen Bereich mit einer Sauerstoffreduzierungsanlage auszurüsten, ist zum einen eine entsprechende Inertgasquelle vorzusehen, um das in den umschlossenen Raum einzuleitende, sauerstoffreduzierte Gasgemisch bzw. Inertgas bereitstellen zu können. Die Abgabekapazität der Inertgasquelle, d.h. die pro Zeiteinheit von der Inertgasquelle bereitstellbare Menge an Inertgas, sollte dabei an Eigenschaften des umschlossenen Bereiches, insbesondere an das Raumvolumen und/oder die Luftdichtigkeit des umschlossenen Bereiches, angepasst sein.

[0015] Kommt die Sauerstoffreduzierungsanlage als (präventive) Brandschutzmaßnahme zum Einsatz, ist insbesondere sicherzustellen, dass im Brandfall innerhalb kürzester Zeit eine hinreichende Menge an Inertgas in die Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches eingeleitet werden kann, damit möglichst zügig eine Löschwirkung eintritt.

[0016] Zwar könnte das im Bedarfsfall in den umschlossenen Bereich einzuleitende, sauerstoffreduzierte Gasgemisch bzw. Inertgas in einer Hochdruckflaschenbatterie oder dergleichen Druckgasspeicher gelagert werden, allerdings hat es sich in der Praxis durchgesetzt, zumindest einen Teil des von der Inertgasquelle bereitzustellenden, sauerstoffreduzierten Gasgemisches "vor Ort zu produzieren", insbesondere deshalb, weil die Lagerung von Inertgas in Gasflaschenbatterien oder dergleichen Druckgasspeichern besondere bauliche Maßnahmen erfordert.

[0017] Um zumindest einen Teil des von der Inertgasquelle bereitzustellenden, sauerstoffreduzierten Gasgemisches bzw. Inertgases vor Ort "produzieren" zu können, weist die Inertgasquelle in der Regel - zusätzlich zu einer Hochdruckflaschenbatterie oder dergleichen Druckgasspeicher - ein Gasseparationssystem auf, in welchem zumindest ein Teil eines in einem dem Gasseparationssystem zugeführten Anfangsgasgemisch enthaltenen Sauerstoffs abgetrennt wird, so dass an einem Auslass des Gasseparationssystems ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch bereitgestellt wird.

[0018] Unter dem hierin verwendeten Begriff "Anfangsgasgemisch" ist allgemein ein Gasgemisch zu ver-

stehen, welches neben dem Bestandteil Sauerstoff insbesondere noch Stickstoff und gegebenenfalls noch weitere Gase (beispielsweise Edelgase) aufweist. Als Anfangsgasgemisch kommt beispielsweise normale Umgebungsluft infrage, d.h. ein Gasgemisch, welches zu 21 Vol.-% aus Sauerstoff und zu 78 Vol.-% aus Stickstoff und zu 1 Vol.-% aus sonstigen Gasen besteht. Denkbar ist allerdings auch, dass ein Teil der in dem umschlossenen Bereich enthaltenen Raumluft als Anfangsgasgemisch verwendet wird, wobei diesem Raumluftanteil vorzugsweise noch Frischluft beigemischt ist.

[0019] Das Gasseparationssystem dient insbesondere dazu, einen in der Raumatmosphäre eines umschlossenen Raumes reduzierten Sauerstoffgehalt auf dem entsprechenden Niveau zu halten. Demnach ist die Abgabekapazität des Gasseparationssystems, d.h. die pro Zeiteinheit am Auslass des Gasseparationssystems bereitstellbare Menge des sauerstoffreduzierten Gasgemisches, insbesondere an die Dichtigkeit der Raumhülle des umschlossenen Bereiches angepasst, so dass über das Gasseparationssystem ein entsprechendes Haltefluten realisiert werden kann.

[0020] Hingegen ist es anlagentechnisch von Vorteil, zur Erstabsenkung des Sauerstoffgehaltes in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches nicht oder nicht nur das Gasseparationssystem heranzuziehen, da für eine Erstabsenkung pro Zeiteinheit eine relativ große Menge an Inertgas bzw. sauerstoffreduziertem Gas von Nöten ist. Um dies allein mit einem Gasseparationssystem realisieren zu können, müsste das Gasseparationssystem entsprechend groß ausgelegt sein, was im Hinblick auf Investitionskosten in der Regel nicht umsetzbar ist.

[0021] Von daher sind die üblichen Sauerstoffreduzierungsanlagen in der Regel zusätzlich zu dem Gasseparationssystem mit einem Druckgasspeicher versehen, in welchem ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch oder Inertgas in komprimierter Form gespeichert ist. Das in diesem Druckgasspeicher gespeicherte Gasgemisch bzw. Inertgas dient insbesondere der Schnellabsenkung des Sauerstoffgehaltes in dem entsprechenden umschlossenen Bereich, um im Falle eines Brandes die Sauerstoffkonzentration rasch zu senken. Denkbar ist allerdings auch, das in dem Druckgasspeicher gespeicherte Gasgemisch bzw. Inertgas für eine Erstabsenkung des Sauerstoffgehaltes in dem entsprechenden umschlossenen Bereich einzusetzen, d.h. zum anfänglichen Reduzieren des Sauerstoffgehaltes auf ein bestimmtes Inertisierungsniveau.

[0022] Der vorliegenden Erfindung liegt die Problemstellung zugrunde, dass nach dem Auslösen einer herkömmlichen Sauerstoffreduzierungsanlage, d.h. dann, wenn das in dem Druckgasspeicher in komprimierter Form gespeicherte, sauerstoffreduzierte Gasgemisch bzw. Inertgas zur Schnell- oder Erstabsenkung in den umschlossenen Raum eingeleitet wurde, ein Austausch des dann entleerten bzw. teilentleerten Druckgasspeichers mit einem vollen Druckgasspeicher unumgänglich

ist, um sicherzustellen, dass mit der Sauerstoffreduzierungsanlage auch wieder zu einem späteren Zeitpunkt erneut eine Schnellabsenkung gemäß einem vorgegebenen Ereignisablauf realisierbar ist.

[0023] In vielen Fällen ist der Austausch bzw. Wechsel mindestens eines Druckgasbehälters des Druckgasspeichers jedoch nur unter erhöhtem Aufwand realisierbar, da der Druckgasspeicher einer Sauerstoffreduzierungsanlage häufig nicht frei zugänglich angeordnet ist. Dieser Umstand führt unter anderem auch dazu, dass die laufenden Betriebskosten einer Sauerstoffreduzierungsanlage oft verhältnismäßig hoch sind.

[0024] Auf Grundlage dieser Problemstellung liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Sauerstoffreduzierungsanlage der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, dass die laufenden Betriebskosten beim Betreiben der Sauerstoffreduzierungsanlage weiter reduziert werden können, ohne dass die Wirksamkeit oder Effizienz der Sauerstoffreduzierungsanlage beeinträchtigt wird.

[0025] Diese Aufgabe wird durch eine Sauerstoffreduzierungsanlage gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1 und durch ein Verfahren zum Betreiben einer Sauerstoffreduzierungsanlage gemäß dem Patentanspruch 12 gelöst, wobei vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage in den abhängigen Patentansprüchen angegeben sind.

[0026] Demgemäß wird insbesondere eine Sauerstoffreduzierungsanlage vorgeschlagen, welche wenigstens ein Gasseparationssystem zum bedarfsweisen Bereitstellen eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches an einem Auslass des Gasseparationssystems und einen Druckgasspeicher zum Speichern eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches oder Inertgases in komprimierter Form aufweist. Der Druckgasspeicher ist über ein Leitungssystem mit mindestens einem umschlossenen Bereich strömungsmäßig verbunden oder verbindbar, um bedarfsweise mindestens einen Teil des in dem Druckgasspeicher gespeicherten Gasgemisches bzw. Inertgases dem mindestens einen umschlossenen Bereich zuzuführen. Andererseits ist der Auslass des Gasseparationssystems wahlweise mit einem Einlass des Druckgasspeichers oder mit dem mindestens einen umschlossenen Raum strömungsmäßig verbunden oder verbindbar, um bedarfsweise das am Auslass des Gasseparationssystems bereitgestellte Gasgemisch dem Druckgasspeicher und/oder dem mindestens einen umschlossenen Bereich zuzuführen.

[0027] Dadurch, dass bei der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage der Auslass des Gasseparationssystems wahlweise mit einem Einlass des Druckgasspeichers und/oder mit dem mindestens einen umschlossenen Raum strömungsmäßig verbindbar ist, kommt dem Gasseparationssystem eine Doppelfunktion zu. Zum einen dient das Gasseparationssystem dazu, ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches zuzuführen, um in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches

die Sauerstoffkonzentration abzusinken (= Schnell- oder Erstabsenkung) oder die Sauerstoffkonzentration auf einem bereits abgesenkten Niveau zu halten. Zum anderen dient das Gasseparationssystem bei Bedarf zum Wiederbefüllen mindestens eines Druckgasbehälters des Druckgasspeichers. Dies ist beispielsweise dann erforderlich, wenn zumindest ein Teil des in dem Druckgasspeicher in komprimierter Form gespeicherten sauerstoffreduzierten Gasgemisches bzw. Inertgases zuvor in die Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches eingeleitet wurde, um beispielsweise dort die Sauerstoffkonzentration rasch auf ein bestimmtes Inertisierungsniveau abzusinken. Ein solches rasches Absenken durch "Einschießen" eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches bzw. Inertgases in die Raumatmosphäre des umschlossenen Raumes ist insbesondere dann notwendig, wenn im Falle eines Brandes oder zum Zwecke einer Erstabsenkung die Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Raum möglichst rasch gesenkt werden muss.

[0028] Dadurch, dass mit Hilfe des Gasseparationssystems anschließend der Druckgasspeicher bzw. mindestens ein Druckgasbehälter des Druckgasspeichers wieder mit einem sauerstoffreduzierten Gasgemisch befüllt werden kann, ist es nicht mehr erforderlich, den Druckgasspeicher bzw. den mindestens einen Druckgasbehälter des Druckgasspeichers auszutauschen oder gar mit Hilfe einer externen Anlage wieder zu befüllen. Insbesondere eignet sich somit die erfindungsgemäße Lösung auch für umschlossene Bereiche, die nur schwer zugänglich sind, wie beispielsweise in abseits gelegenen Gebieten.

[0029] Grundsätzlich kann/können der Druckgasspeicher bzw. der oder die Druckgasbehälter des Druckgasspeichers nun sogar in leerem Zustand transportiert und aufgestellt werden, was den Transport und die Installation erheblich vereinfacht. Der Druckgasspeicher bzw. der oder die Druckgasbehälter des Druckgasspeichers wird/werden dann vor Inbetriebnahme vor Ort mit Hilfe des Gasseparationssystems erstmalig mit einem sauerstoffreduzierten Gasgemisch befüllt.

[0030] Um die Kapazität des Gasseparationssystems, d.h. die pro Zeiteinheit bereitstellbare Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches, optimieren und an die entsprechende Anwendung anpassen zu können, ist es von Vorteil, wenn dem Gasseparationssystem ein Kompressorsystem vorgeschaltet ist, über welches ein dem Gasseparationssystem zuzuführendes Anfangsgasgemisch entsprechend komprimiert wird. Je nach Betriebsart (VPSA oder PSA) liegt dabei der Grad der Komprimierung des Anfangsgasgemisches bei 1 bis 2 bar bzw. 8 bis 10 bar. Selbstverständlich sind aber auch andere Komprimierungen denkbar.

[0031] Insbesondere ist das Gasseparationssystem ausgelegt, von dem zugeführten Anfangsgasgemisch mindestens einen Teil des in diesem Gasgemisch enthaltenen Sauerstoffs abzutrennen.

[0032] In bevorzugter Weise ist das Gasseparations-

system ausgelegt, wahlweise in einer VPSA-Betriebsart oder in einer PSA-Betriebsart betrieben zu werden.

[0033] Wie bereits angedeutet, ist unter dem hierin verwendeten Begriff "Anfangsgasgemisch" allgemein ein Gasgemisch zu verstehen, welches neben dem Bestandteil Sauerstoff insbesondere noch Stickstoff und gegebenenfalls noch weitere Gase, wie beispielsweise Edelgase aufweist. Als Anfangsgasgemisch kommt beispielsweise normale Umgebungsluft infrage, d.h. ein Gasgemisch, welches zu 21 Vol.-% aus Sauerstoff, 78 Vol.-% aus Stickstoff und zu 1 Vol.-% aus sonstigen Gasen besteht. Denkbar ist allerdings auch, dass als Anfangsgasgemisch ein Teil der in dem umschlossenen Bereich enthaltenen Raumluft verwendet wird, wobei diesem Raumluftanteil vorzugsweise noch Frischluft beigemischt ist.

[0034] Unter einem in einer VPSA-Betriebsart betriebenen Gasseparationssystem ist allgemein eine nach dem Vakuum-Druckwechselabsorptions-Prinzip (engl.: vacuum pressure swing absorption - VPSA) arbeitende Anlage zur Bereitstellung von mit Stickstoff angereicherter Luft zu verstehen. Erfindungsgemäß kommt in der Sauerstoffreduzierungsanlage als Gasseparationssystem vorzugsweise eine derartige VPSA-Anlage zum Einsatz, die allerdings im Bedarfsfall in einer PSA-Betriebsart betrieben wird. Die Abkürzung "PSA" steht für "pressure swing absorption", was üblicherweise als Druckwechselabsorptionstechnik bezeichnet wird.

[0035] Um die Betriebsart des Gasseparationssystems von VPSA auf PSA umschalten zu können, ist es in einer Weiterbildung der vorliegenden Erfindung vorgesehen, dass der Grad der von dem dem Gasseparationssystem vorgeschalteten Kompressorsystem bewirkten Komprimierung des Anfangsgasgemisches entsprechend erhöht wird. Insbesondere ist vorgesehen, dass dann, wenn die pro Zeiteinheit am Auslass des Gasseparationssystem bereitzustellende Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches erhöht werden muss, der Grad der Komprimierung erhöht wird, insbesondere auf einen Wert, der von der pro Zeiteinheit bereitzustellenden Menge des sauerstoffreduzierten Gasgemisches abhängt.

[0036] Die Erhöhung der durch das Kompressorsystem durchgeführten Komprimierung des Anfangsgasgemisches erfolgt insbesondere in einem Brandfall, d.h. dann, wenn beispielsweise in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches eine Brandkenngroße detektiert wird, oder wenn aus einem anderen Grund kurzfristig der Sauerstoffgehalt in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches im Vergleich zu einem zuvor eingestellten bzw. gehaltenen Sauerstoffgehalt weiter zu reduzieren ist. Andererseits erfolgt die Erhöhung der durch das Kompressorsystem durchgeführten Komprimierung beispielsweise auch dann, wenn der Druckgasspeicher bzw. der oder die Druckgasbehälter des Druckgasspeichers mit einem sauerstoffreduzierten Gasgemisch wiederbefüllt werden muss/müssen.

[0037] Grundsätzlich ist vorgesehen, dass das Gasseparationssystem mindestens einen Stickstoffgenerator

oder mehrere parallel zueinander geschaltete Stickstoffgeneratoren aufweist. Bei dem mindestens einen Stickstoffgenerator handelt es sich beispielsweise um einen nach der PSA- oder VPSA-Technik betriebenen Stickstoffgenerator. Im Einzelnen weist ein auf der PSA/VP-SA-Technik basierender Stickstoffgenerator mindestens ein Adsorberbehälter mit Adsorbermaterial auf, welches ausgelegt ist, Sauerstoffmoleküle zu adsorbieren, wenn ein sauerstoffenthaltendes Gas durch den Adsorberbehälter geleitet wird.

[0038] Alternativ oder zusätzlich zu einem nach der PSA- oder VPSA-Technik betriebenen Stickstoffgenerator kann das Gasseparationssystem auch mindestens einen auf der Membran-Technik basierenden Stickstoffgenerator aufweisen. Bei einem solchen Stickstoffgenerator kommt üblicherweise ein Membransystem zum Einsatz, bei dem ausgenutzt wird, dass verschiedene Gase unterschiedlich schnell durch bestimmte Materialien diffundieren. Denkbar hierbei ist es, eine Hohlfasermembran mit einem auf die Außenfläche der Hohlfasermembran aufgetragenen Separationsmaterial zu verwenden, durch welches Sauerstoff sehr gut diffundieren kann, wohingegen Stickstoff für dieses Separationsmaterial nur eine geringe Diffusionsgeschwindigkeit aufweist. Wird eine derart präparierte Hohlfasermembran innen von Luft durchströmt, diffundiert der in der Luft enthaltene Sauerstoff schnell durch die Hohlfaserwandung nach außen, während der Stickstoff weitgehend im Faserrinnen gehalten wird, so dass während des Durchgangs durch die Hohlfaser eine Aufkonzentration des Stickstoffs stattfindet.

[0039] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage ist das Gasseparationssystem als ein mobiles System ausgebildet, welches bedarfsweise von der Sauerstoffreduzierungsanlage entferntbar ist.

[0040] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage weist diese ferner ein dem Gasseparationssystem vorgeschaltetes Kompressorsystem auf zum Komprimieren eines dem Gasseparationssystem zuzuführenden Anfangsgasgemisches. Hierbei ist es denkbar, das dem Gasseparationssystem vorgeschaltete Kompressorsystem als ein mobiles System auszubilden, welches bedarfsweise von der Sauerstoffreduzierungsanlage und/oder dem Gasseparationssystem entferntbar ist.

[0041] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage ist ein Kompressorsystem zwischen dem Auslass des Gasseparationssystems und dem Einlass des Druckgasspeichers vorgesehen zum bedarfsweisen Komprimieren des am Auslass des Gasseparationssystems bereitgestellten und dem Druckgasspeicher bzw. dem Druckgasbehälter oder den Druckgasbehältern des Druckgasspeichers zuzuführenden sauerstoffreduzierten Gasgemisches. Auch in diesem Zusammenhang ist es denkbar das zwischen dem Auslass des Gasseparationssystems und

dem Einlass des Druckgasspeichers vorgesehene Kompressorsystem als ein mobiles System auszubilden, welches bedarfsweise von der Sauerstoffreduzierungsanlage und/oder dem Gasseparationssystem entfernbar ist.

[0042] Gemäß der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage ist ein Leitungssystem vorgesehen, über welches der Auslass des Gasseparationssystems wahlweise mit einem Einlass des Druckgasspeichers und/oder mit dem mindestens einen umschlossenen Bereich strömungsmäßig verbunden oder verbindbar ist. Das Leitungssystem kann dabei zumindest bereichsweise mit dem Leitungssystem übereinstimmen, über welches der Druckgasspeicher mit dem mindestens einen umschlossenen Bereich strömungsmäßig verbunden oder verbindbar ist. Alternativ oder zusätzlich hierzu kann das Leitungssystem, über welches der Auslass des Gasseparationssystems wahlweise mit einem Einlass des Druckgasspeichers und/oder mit dem mindestens einen umschlossenen Bereich strömungsmäßig verbunden oder verbindbar ist, zumindest bereichsweise als mobiles System ausgebildet sein, welches bedarfsweise von der Sauerstoffreduzierungsanlage und/oder dem Gasseparationssystem entfernbar ist.

[0043] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage weist diese ferner ein Ventilsystem mit einer ersten Ventilanordnung auf, wobei die erste Ventilanordnung ausgebildet ist zum Ausbilden und/oder Trennen einer strömungsmäßigen Verbindung zwischen dem Auslass des Gasseparationssystems und dem Einlass des Druckgasspeichers.

[0044] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage weist diese ferner ein Ventilsystem mit einer zweiten Ventilanordnung auf, wobei die zweite Ventilanordnung ausgebildet ist zum Ausbilden und/oder Trennen einer strömungsmäßigen Verbindung zwischen einem Auslass des Druckgasspeichers und dem mindestens einen umschlossenen Bereich.

[0045] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage weist diese ferner ein Ventilsystem mit einer dritten Ventilanordnung auf, wobei die dritte Ventilanordnung ausgebildet ist zum Ausbilden und/oder Trennen einer strömungsmäßigen Verbindung zwischen dem Auslass des Gasseparationssystems und dem mindestens einen umschlossenen Bereich.

[0046] Das Ventilsystem der zuvor genannten verschiedenen Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage kann zumindest teilweise als ein mobiles System ausgebildet sein, welches bedarfsweise von der Sauerstoffreduzierungsanlage und/oder dem Gasseparationssystem entfernbar ist.

[0047] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage weist der Druckgasspeicher mindestens einen Einlass und mindestens einen Auslass auf, wobei der Einlass des Druckgasspeichers und der Auslass des Druckgasspeichers über ein

Verbinderstück mit dem Inneren des Druckgasspeichers verbunden sind. Das Verbinderstück kann dabei als ein im Hinblick auf den mindestens einen Einlass und den mindestens einen Auslass gemeinsames Verbinderstück ausgeführt sein. Beispielsweise kann das Verbinderstück als T- oder Y-Stück ausgeführt sein. Alternativ oder zusätzlich dazu kann das Verbinderstück in einem Behälterventil des Druckgasspeichers ausgebildet sein. Beispielsweise könnte in diesem Fall ein Pilotanschluss des Behälterventils als Einlass des Druckgasspeichers dienen. Pilotanschlüsse werden normalerweise genutzt, um seriell mit einem Druckgasbehälter wiederum den nächsten auszulösen. Bei paralleler Auslösung entfällt ihre Funktion.

[0048] Gemäß der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage weist diese ferner eine Steuereinrichtung auf zum vorzugsweise koordinierten Ansteuern von ansteuerbaren Komponenten der Sauerstoffreduzierungsanlage. Dabei ist die Steuereinrichtung ausgebildet, ein Ventilsystem der Sauerstoffreduzierungsanlage derart anzusteuern, dass der Auslass des Gasseparationssystems nur dann mit dem Einlass des Druckgasspeichers strömungsmäßig verbunden ist, wenn keine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Auslass des Druckgasspeichers und dem mindestens einen umschlossenen Bereich und/oder keine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Auslass des Gasseparationssystems und dem mindestens einen umschlossenen Bereich vorliegt.

[0049] Gemäß der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage weist diese ferner eine Sensoreinheit auf zur Koordination der Bereitstellung des sauerstoffreduzierten Gasgemisches an dem Auslass des Gasseparationssystems, zur Koordination der Zuführung des an dem Auslass des Gasseparationssystems bereitgestellten sauerstoffreduzierten Gasgemisches zu dem Druckgasspeicher, zur Koordination der Zuführung des an dem Auslass des Gasseparationssystems bereitgestellten sauerstoffreduzierten Gasgemisches zu dem mindestens einen umschlossenen Bereich und/oder zur Koordination der Zuführung des in dem Druckgasspeicher gespeicherten sauerstoffreduzierten Gasgemisches bzw. Inertgases zu dem mindestens einen umschlossenen Bereich.

[0050] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage weist die Sauerstoffreduzierungsanlage mindestens einen dem Druckgasspeicher zugeordneten Drucksensor auf zum bedarfsweisen oder kontinuierlichen Erfassen eines vorzugsweise statischen und/oder dynamischen Gasdruckes des in dem Druckgasspeicher gespeicherten sauerstoffreduzierten Gasgemisches bzw. Inertgases.

[0051] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage weist diese mindestens einen dem mindestens einen umschlossenen Bereich zugeordneten Drucksensor auf zum bedarfsweisen oder kontinuierlichen Erfassen eines vorzugsweise statischen Gasdruckes in der Raumatmosphäre des um-

schlossenen Bereiches.

[0052] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage weist diese mindestens einen Drucksensor auf zum Erfassen eines vorzugsweise dynamischen und/oder statischen Gasdruckes am Einlass des Druckgasspeichers, insbesondere beim Zuführen des am Auslass des Gasseparationssystems bereitgestellten Gasgemisches zu dem Druckgasspeicher.

[0053] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage weist diese mindestens einen dem Druckgasspeicher zugeordneten Temperatursensor auf zum bedarfsweisen oder kontinuierlichen Erfassen einer Temperatur des in dem Druckgasspeicher gespeicherten sauerstoffreduzierten Gasgemisches bzw. Inertgases.

[0054] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage weist diese mindestens einen dem Gasseparationssystem zugeordneten Sensor auf zum bedarfsweisen oder kontinuierlichen Erfassen einer Sauerstoffrestkonzentration in dem am Auslass des Gasseparationssystems bereitgestellten sauerstoffreduzierten Gasgemisches.

[0055] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage weist das wenigstens eine Gasseparationssystem einen ersten Betriebsmodus, in welchem bedarfsweise ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch zu dem Druckgasspeicher bzw. zu mindestens einem Druckgasbehälter des Druckgasspeichers zugeführt wird, und einen zweiten Betriebsmodus, in welchem bedarfsweise ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch zu mindestens einem umschlossenen Bereich zugeführt wird, auf, wobei der erste und zweite Betriebsmodus vorzugsweise durch eine Steuereinrichtung und noch bevorzugter automatisch, insbesondere wahlweise automatisch, durch eine Steuereinrichtung einstellbar sind.

[0056] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage ist dem wenigstens einen Gasseparationssystem ein vorgeschaltetes Kompressorsystem zugeordnet, wobei das vorgeschaltete Kompressorsystem einen ersten Betriebsmodus, in welchem bedarfsweise ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch zu dem Druckgasspeicher bzw. zu mindestens einem Druckgasbehälter des Druckgasspeichers zugeführt wird, und einen zweiten Betriebsmodus, in welchem bedarfsweise ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch zu mindestens einem umschlossenen Bereich zugeführt wird, aufweist, wobei der erste und zweite Betriebsmodus vorzugsweise durch eine Steuereinrichtung und noch bevorzugter automatisch, insbesondere wahlweise automatisch, durch eine Steuereinrichtung einstellbar sind.

[0057] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage ist der Auslass des Gasseparationssystems über ein Ventil mit einer ersten Sammelleitung verbunden oder verbindbar. Insbesondere ist dabei vorgesehen, dass die erste Sammel-

leitung und/oder das Ventil als mobiles System ausgebildet sind/ist, welches bedarfsweise von der Sauerstoffreduzierungsanlage und/oder dem Gasseparationssystem entfernbar ist.

[0058] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage weist der Druckgasspeicher eine Mehrzahl von räumlich voneinander getrennten, parallel zueinander geschalteten Druckgasbehältern mit mindestens einem, vorzugsweise jeweils einem Behälterventil auf. Denkbar hierbei ist es, dass für vorzugsweise jeden der Mehrzahl von Druckgasbehältern ein erster Leitungsabschnitt vorgesehen ist, über den das jeweilige Behälterventil des Druckgasbehälters mit einer ersten Sammelleitung strömungsmäßig verbunden ist. Das Behälterventil eines vorzugsweise jeden der Mehrzahl von Druckgasbehältern ist vorzugsweise jeweils über einen zweiten Leitungsabschnitt mit einer zweiten Sammelleitung strömungsmäßig verbunden. Denkbar in diesem Zusammenhang ist es insbesondere, wenn die zweite Sammelleitung über ein Ventil, insbesondere Bereichsventil, mit dem mindestens einen umschlossenen Bereich strömungsmäßig verbunden oder verbindbar ist. Vorzugsweise sind/ist die zweite Sammelleitung und/oder das Ventil als mobiles System ausgebildet, welches bedarfsweise von der Sauerstoffreduzierungsanlage und/oder dem Gasseparationssystem entfernbar ist.

[0059] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage ist eine Steuereinrichtung vorgesehen, welche ausgebildet ist, vorzugsweise automatisch und noch bevorzugter wahlweise automatisch entsprechende der Sauerstoffreduzierungsanlage zugeordnete Ventilanordnungen derart koordiniert anzusteuern, dass der Ausgang des wenigstens einen Gasseparationssystems mit dem Einlass wenigstens eines Druckgasbehälters strömungsmäßig verbindbar ist, wenn eine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Auslass wenigstens eines weiteren Druckgasbehälters und dem mindestens einen umschlossenen Bereich vorliegt.

[0060] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage ist eine Steuereinrichtung vorgesehen, welche ausgebildet ist, vorzugsweise automatisch und noch bevorzugter wahlweise automatisch entsprechende der Sauerstoffreduzierungsanlage zugeordnete Ventilanordnungen derart koordiniert anzusteuern, dass bei Detektion eines zuvor festgelegten oder festlegbaren Minimaldrucks und/oder bei Unterschreiten eines zuvor festgelegten oder festlegbaren Minimaldrucks in wenigstens einem der Druckgasbehälter selektiv eine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Einlass des wenigstens einen Druckgasbehälters und dem Auslass des Gasseparationssystems ausgebildet wird.

[0061] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage ist mindestens einem Druckgasbehälter ein Rückflussverhinderer, insbesondere in Gestalt eines Rückschlagventils, zugeordnet

zum Blockieren eines Gasflusses von einem zwischen dem Druckgasbehälter und dem umschlossenen Bereich verlaufenden Leitungssystem zu dem Druckgasbehälter.

[0062] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage ist mindestens einem Druckgasbehälter ein Rückflussverhinderer, insbesondere in Gestalt eines Rückschlagventils, zugeordnet zum Blockieren eines Gasflusses von dem Druckgasbehälter zu einem zwischen dem Ausgang des wenigstens einen Gasseparationssystems und dem Druckgasbehälter verlaufenden Leitungssystem.

[0063] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage weist mindestens einer der Mehrzahl von Druckgasbehältern ein Behälterventil mit einer vorzugsweise pneumatisch betätigbaren Schnellauslöseventilanordnung auf zum bedarfsweisen Ausbilden einer strömungsmäßigen Verbindung zwischen dem entsprechenden Druckgasbehälter und einem zwischen dem Druckgasbehälter und dem umschlossenen Bereich verlaufenden Leitungssystem. Denkbar in diesem Zusammenhang ist es, wenn die Ventilfunktion der Schnellauslöseventilanordnung bedarfsweise ausschaltbar ist, insbesondere dann, wenn der Auslass des Gasseparationssystems mit dem Einlass des Druckgasbehälters verbunden ist oder zu verbinden ist.

[0064] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage weist das Gasseparationssystem einen ersten Gasseparator, beispielsweise in Gestalt eines Stickstoffgenerators, und mindestens einen weiteren, zweiten Gasseparator, beispielsweise ebenfalls in Gestalt eines Stickstoffgenerators, auf. Denkbar hierbei ist es, wenn der erste Gasseparator als stationär vorgesehener Gasseparator ausgeführt ist, wobei der mindestens eine zweite Gasseparator als mobiler Gasseparator ausgeführt ist. Alternativ hierzu ist es denkbar, wenn der erste und der mindestens eine zweite Gasseparator jeweils als stationär vorgesehene Gasseparatoren ausgeführt sind. Weiterhin ist es denkbar, wenn der erste und der mindestens eine zweite Gasseparator jeweils als mobile Gasseparatoren ausgeführt sind.

[0065] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage ist eine Sensoranordnung vorgesehen zum Überwachen des Restsauerstoffgehalts des am Auslass des Gasseparationssystems bereitgestellten, sauerstoffreduzierten Gasgemisches. Denkbar hierbei ist es, wenn eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, welche ausgebildet ist, das am Auslass des Gasseparationssystems bereitgestellte, sauerstoffreduzierte Gasgemisch nur dann dem Druckgasspeicher bzw. mindestens einem Druckgasbehälter des Druckgasspeichers zuzuführen, wenn der Restsauerstoffgehalt des am Auslass des Gasseparationssystems bereitgestellten, sauerstoffreduzierten Gasgemisches einen vorab festgelegten oder festlegbaren Schwellwert nicht überschreitet.

[0066] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage ist die Stickstoffkonzentration des am Auslass des Gasseparationssystems bereitstellbaren, sauerstoffreduzierten Gasgemisches zwischen mindestens zwei vorab festgelegten oder festlegbaren Werten umschaltbar. Denkbar hierbei ist es, wenn das Gasseparationssystem ausgebildet ist, am Auslass des Gasseparationssystems ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch mit einer ersten Stickstoffkonzentration bereitzustellen, wenn das am Auslass des Gasseparationssystems bereitgestellte sauerstoffreduzierte Gasgemisch dem mindestens einen umschlossenen Bereich zuzuführen ist, und am Auslass des Gasseparationssystems ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch mit einer zweiten Stickstoffkonzentration bereitzustellen, wenn das am Auslass des Gasseparationssystems bereitgestellte sauerstoffreduzierte Gasgemisch dem Druckgasspeicher bzw. mindestens einem Druckgasbehälter des Druckgasspeichers zuzuführen ist. Insbesondere ist dabei die erste Stickstoffkonzentration niedriger als die zweite Stickstoffkonzentration. Beispielsweise beträgt die zweite Stickstoffkonzentration mindestens 99 Vol.-%.

[0067] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Kompressorsystem zwischen dem Auslass des Gasseparationssystems und dem Einlass des Druckgasspeichers vorgesehen, um bedarfsweise das am Auslass des Gasseparationssystems bereitgestellte und dem Druckgasspeicher bzw. mindestens einem Druckgasbehälter des Druckgasspeichers zuzuführende sauerstoffreduzierte Gasgemisch zu komprimieren. Eine derartige Komprimierung ist beispielsweise dann erforderlich, wenn der Druck des am Auslass des Gasseparationssystems bereitgestellten Gasgemisches nicht ausreicht, um die für die Lagerung des Gasgemisches in dem Druckgasspeicher gewünschte Komprimierung zu erreichen.

[0068] Das Kompressorsystem, welches bedarfsweise vorgesehen ist, um das am Auslass des Gasseparationssystems bereitgestellte und dem Druckgasspeicher bzw. mindestens einem Druckgasbehälter des Druckgasspeichers zuzuführende sauerstoffreduzierte Gasgemisch entsprechend weiter zu komprimieren, ist vorzugsweise als ein mobiles System ausgeführt, welches bedarfsweise und insbesondere dann, wenn eine Befüllung des Druckgasspeichers bzw. mindestens eines Druckgasbehälters des Druckgasspeichers nicht erforderlich ist bzw. nicht durchgeführt wird, auch gänzlich von der Sauerstoffreduzierungsanlage entfernt werden kann.

[0069] In diesem Zusammenhang wäre beispielsweise denkbar, dass das als mobiles System ausgeführte Kompressorsystem auf einer Transportpalette oder dergleichen mit einem Flurfördergerät, z.B. Hubwagen oder Gabelstaplern, beweg- und/oder verladbaren Konstruktion montiert oder montierbar ist, um ein möglichst einfaches Entfernen des Kompressors von der Sauerstoffreduzierungsanlage zu ermöglichen. Da in der Praxis

häufig eine Befüllung des Druckgasspeichers nur gelegentlich erforderlich ist, erlaubt es die Ausführung des Kompressorsystems als mobiles System, dass dieses Kompressorsystem bei unterschiedlichen, ggf. auch entfernt voneinander angeordneten Sauerstoffreduzierungsanlagen eingesetzt wird, um dort bedarfsweise das einem zu befüllenden Druckgasspeicher zuzuführende sauerstoffreduzierte Gasgemisch entsprechend zu komprimieren.

[0070] Hierbei ist zu betonen, dass gemäß einem Erfindungsgedanken zum Wiederbefüllen des Druckgasspeichers das sauerstoffreduzierte Gasgemisch insbesondere von einem Gasseparationssystem bereitgestellt wird, wobei es sich bei dem Druckgasspeicher insbesondere um eine Druckgasflasche oder eine Druckgasflaschenbatterie handelt. Des Weiteren ist es gleichfalls möglich, dass der Druckgasspeicher eine beliebige Außenform unter Berücksichtigung der räumlichen Bedingungen vor Ort aufweist und somit eine optimale Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Raumvolumens gewährleistet ist.

[0071] Selbstverständlich ist es in diesem Zusammenhang auch denkbar und von Vorteil, wenn auch das Gasseparationssystem oder nur das Gasseparationssystem als mobiles System ausgeführt ist, welches bedarfsweise von der Sauerstoffreduzierungsanlage (örtlich) entfernt werden kann.

[0072] Wie bereits im Zusammenhang mit dem Kompressorsystem ausgeführt, wird hierin unter dem Begriff "mobiles System" insbesondere eine Komponente verstanden, welche derart in der Sauerstoffreduzierungsanlage integriert ist, dass diese Komponente ohne größeren Aufwand von der Anlage entfernt werden kann. Insbesondere bietet es sich hierbei an, die Komponente derart auszuführen, dass sie mit einem Flurfördergerät oder dergleichen bewegt werden kann.

[0073] In einer bevorzugten Realisierung der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage weist diese ein Ventilsystem mit einer ersten, einer zweiten und einer dritten Ventilanordnung auf. Die erste Ventilanordnung ist dabei ausgebildet, zwischen dem Auslass des Gasseparationssystems und dem Einlass des Druckgasspeichers bedarfsweise eine strömungsmäßige Verbindung auszubilden bzw. zu trennen. Die zweite Ventilanordnung des Ventilsystems ist ausgebildet, um zwischen dem Auslass des Druckgasspeichers und dem mindestens einen umschlossenen Bereich bedarfsweise eine strömungsmäßige Verbindung auszubilden bzw. zu trennen, während die dritte Ventilanordnung ausgebildet ist, um bedarfsweise eine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Auslass des Gasseparationssystems und dem mindestens einen umschlossenen Bereich auszubilden bzw. zu trennen.

[0074] In einer besonders leicht zu realisierenden aber dennoch effektiven Weise ist dabei vorzugsweise vorgesehen, dass der Einlass des Druckgasspeichers und der Auslass des Druckgasspeichers über ein vorzugsweise gemeinsames Verbinderstück, insbesondere in Gestalt

eines T- oder Y-Stückes, mit dem Inneren des Druckgasspeichers verbunden sind.

[0075] Zum koordinierten Ansteuern der einzelnen Ventilanordnungen des Ventilsystems weist die erfindungsgemäße Sauerstoffreduzierungsanlage vorzugsweise eine Steuereinrichtung auf. Diese Steuereinrichtung ist insbesondere ausgebildet, die einzelnen Ventilanordnungen des Ventilsystems derart anzusteuern, dass der Auslass des Gasseparationssystems nur dann mit dem Einlass des Druckgasspeichers bzw. mit dem Einlass mindestens eines Druckgasbehälters des Druckgasspeichers strömungsmäßig verbunden ist, wenn keine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Auslass des Druckgasspeichers und dem mindestens einen umschlossenen Bereich vorliegt und/oder wenn keine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Auslass des Gasseparationssystems und dem mindestens einen umschlossenen Bereich vorliegt. Selbstverständlich ist es in diesem Zusammenhang aber auch denkbar, eine andere Priorität zu setzen.

[0076] In einigen Ausführungsformen können auch zwei oder sogar drei getrennte Steuereinrichtungen vorgesehen sein: eine zum Herstellen bzw. Trennen der Verbindung zwischen dem Auslass des Gasseparationssystems und dem Druckgasspeicher bzw. mindestens einem Druckgasbehälter des Druckgasspeichers (Wiederbefüll-Steuerung) sowie eine oder zwei weitere zum Herstellen bzw. Trennen der Verbindungen zwischen dem Auslass des Druckgasspeichers und dem umschlossenen Raum (Steuerung der Erst- bzw. Schnellabsenkung und Vollinertisierung) und zwischen dem Auslass des Gasseparationssystems und dem umschlossenen Raum (Steuerung der Grundinertisierung bzw. Halten einer Sauerstoffkonzentration im umschlossenen Raum).

[0077] Gemäß einem weiteren Aspekt der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage ist vorgesehen, dass der Steuereinrichtung eine Sensoreinheit zugeordnet ist. Vorzugsweise ist die Sensoreinheit mit mindestens einem Drucksensor und/oder mindestens einem Temperatursensor ausgebildet. Insbesondere ist vorgesehen, dass mit dem Drucksensor und/oder dem Temperatursensor der Zustand, insbesondere der Füllzustand bzw. Füllgrad, des Druckgasspeichers bzw. mindestens eines Druckgasbehälters des Druckgasspeichers messbar ist. Bei der Wiederbefüllung mit sauerstoffreduziertem Gasgemisch kann eine Temperaturerhöhung im Druckgasspeicher bzw. in mindestens einem Druckgasbehälter des Druckgasspeichers auftreten, woraus infolge einer anschließenden Temperaturabnahme nach der Wiederbefüllung und einer damit einhergehender Druckabnahme eine unvollständige Befüllung des Druckgasspeichers mit sauerstoffreduziertem Gasgemisch resultiert.

[0078] Vorteilhafterweise ist es anhand des mindestens einen Drucksensors und/oder des mindestens einen Temperatursensors, insbesondere vorgesehen in und/oder an dem Druckgasspeicher, möglich, tempera-

turabhängige Druckbedingungen z.B. bei der vorzugsweise automatischen Wiederbefüllung des Druckgasspeichers bzw. mindestens eines Druckgasbehälters des Druckgasspeichers mit sauerstoffreduziertem Gasgemisch durch die Steuereinrichtung zu berücksichtigen. Diesbezüglich ist es ebenfalls vorstellbar, dass bei einer temperaturabhängigen Druckerhöhung in dem Druckgasspeicher bzw. in mindestens einem Druckgasbehälter des Druckgasspeichers die Steuereinrichtung das Ablassen von sauerstoffreduziertem Gasgemisch aus dem Druckgasspeicher steuert, so dass einer Beschädigung des Druckgasspeichers vorgebeugt wird.

[0079] In einer bevorzugten Form der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage weist das wenigstens eine Gasseparationssystem und/oder das vorgeschaltete Kompressorsystem einen ersten Betriebsmodus und einen zweiten Betriebsmodus auf, um bedarfsweise sauerstoffreduziertes Gasgemisch dem Druckgasspeicher bzw. mindestens einem Druckgasbehälter des Druckgasspeichers und/oder dem wenigstens einen umschlossenen Bereich zuzuführen. Vorzugsweise ist es weiterhin vorstellbar, pro Betriebsmodus jeweils ein eigenständiges Gasseparationssystem vorzusehen. Somit sind der erste und zweite Betriebsmodus jeweils einzeln oder beide Betriebsmodi gleichzeitig mittels eines eigenen Gasseparationssystems ausführbar. Das Gasseparationssystem bzw. der Betriebsmodus des wenigstens einen Gasseparationssystems und/oder des vorgeschalteten Kompressorsystems ist hierbei vorzugsweise durch die Steuereinrichtung, insbesondere automatisch, steuerbar. Diesbezüglich ist zu beachten, dass die Befüllung des Druckgasspeichers bzw. mindestens eines Druckgasbehälters des Druckgasspeichers mit sauerstoffreduziertem Gasgemisch üblicherweise mit einer höheren Stickstoff-Konzentration des sauerstoffreduzierten Gasgemisches erfolgt, als es für das sauerstoffreduzierte Gasgemisch, welches dem umschlossenen Bereich zugeführt wird, notwendig ist.

[0080] Auf diese Weise kann das im ersten Betriebsmodus des Gasseparationssystems erzeugte, sauerstoffreduzierte Gasgemisch mit hoher Stickstoff-Konzentration, vorzugsweise mit einer Stickstoff-Konzentration von 99,5 Vol.-% für die Wiederbefüllung des Druckgasspeichers eingesetzt werden. Optional kann dieses im ersten Betriebsmodus des Gasseparationssystems erzeugte, sauerstoffreduzierte Gasgemisch gleichzeitig zur bedarfsweisen Versorgung des umschlossenen Bereiches mit sauerstoffreduziertem Gasgemisch, welches zu diesem Zweck auf eine hinreichende Stickstoff-Konzentration, insbesondere eine Stickstoff-Konzentration von 95 Vol.-%, verdünnbar ist, eingesetzt werden. Weiterhin bietet die Steuereinrichtung die Möglichkeit das Gasseparationssystem in einem zweiten Betriebsmodus zu betreiben, wobei sauerstoffreduziertes Gasgemisch mit einer hinreichenden Stickstoff-Konzentration, vorzugsweise einer Stickstoff-Konzentration von 95 Vol.-%, für die Zuleitung in den umschlossenen Bereich zur Verfügung gestellt wird.

[0081] So ist es vorstellbar, dass bei der Wiederbefüllung des Druckgasspeichers mit einer hohen Stickstoff-Konzentration ein Teil des generierten sauerstoffreduzierten Gasgemisches über einen Bypass dem umschlossenen Bereich zugeführt wird. Demnach kann beispielsweise die strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Ausgang des Gasseparationssystems und dem umschlossenen Bereich in Verbindung mit der dritten Ventilanordnung als Bypass eingesetzt werden. Hierbei umfasst der Bypass vorzugsweise eine zweckmäßige Blende, um die Stickstoff-Konzentration des in den umschlossenen Bereich einzuleitenden sauerstoffreduzierten Gasgemisches auf ein hinreichendes Niveau, beispielsweise durch die Vermischung mit Anfangsgasgemisch, zu reduzieren. Durch die vorteilhafte Steuerung des Gasseparationssystems, vorzugsweise automatisch durch die Steuereinrichtung, kann das Gasseparationssystem effizient betrieben und das sauerstoffreduzierte Gasgemisch in Abhängigkeit von der zur Verfügung gestellten Konzentration optimal eingesetzt werden.

[0082] Im Weiteren ist es bei Einsatz von zwei Gasseparationssystemen möglich, ein Gasseparationssystem in einem ersten Betriebsmodus zur Wiederbefüllung der Druckgasspeicher einzusetzen und insbesondere parallel mittels des anderen Gasseparationssystems in einem zweiten Betriebsmodus, sauerstoffreduziertes Gasgemisch, welches eine zweckmäßige, hinreichende Stickstoffkonzentration aufweist, einem umschlossenen Bereich zuzuführen. Im Sinne der vorliegenden Erfindung kann hierbei bedarfsweise für mehrere Gasseparationssysteme ein gemeinsames oder jeweils ein vorgeschaltetes Kompressorsystem vorgesehen sein.

[0083] Gemäß einem weiteren Aspekt der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage ist vorgesehen, dass der Druckgasspeicher eine Mehrzahl von räumlich voneinander getrennten, parallel zueinander geschalteten Druckgasbehältern mit mindestens einem, vorzugsweise jeweils einem Behälterventil aufweist. Zusätzlich sind eine erste sowie eine zweite Sammelleitung vorgesehen. Dabei ist der Auslass des Gasseparationssystems über ein Ventil mit der ersten Sammelleitung verbunden oder verbindbar, während für vorzugsweise jeden der Mehrzahl von Druckgasbehältern ein erster Leitungsabschnitt vorgesehen ist, über den das jeweilige Behälterventil des einen oder mehrerer Druckgasbehälter mit der ersten Sammelleitung strömungsmäßig verbunden ist. Das Behälterventil eines vorzugsweise jeden der Mehrzahl von Druckgasbehältern ist ferner jeweils über einen zweiten Leitungsabschnitt mit der bereits genannten zweiten Sammelleitung strömungsmäßig verbunden. Die zweite Sammelleitung selber ist über ein Ventil, insbesondere Bereichsventil, mit dem mindestens einen umschlossenen Bereich strömungsmäßig verbunden oder verbindbar.

[0084] Bei dieser Ausführungsform bildet das Ventil, über welches der Auslass des Gasseparationssystems mit der ersten Sammelleitung verbunden oder verbind-

bar ist, die zuvor genannte erste Ventilanordnung aus. Andererseits ist das Ventil, über welches die zweite Sammelleitung mit dem mindestens einen umschlossenen Bereich strömungsmäßig verbunden oder verbindbar ist, ein Teil der zweiten Ventilanordnung, wenn die Sauerstoffreduzierungsanlage mehreren umschlossenen Bereichen zugeordnet ist. Wenn hingegen die Sauerstoffreduzierungsanlage nur einem einzigen umschlossenen Bereich zugeordnet ist, bildet das Ventil, über welches die zweite Sammelleitung mit dem mindestens einen umschlossenen Bereich strömungsmäßig verbunden oder verbindbar ist, die zweite Ventilanordnung aus.

[0085] Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass mehrere Druckgasbehälter in Form von Druckgasflaschen oder mit beliebiger geometrischer Außenform beispielsweise über flexible Schlauchverbindungen oder starre Verbindungen, wie z.B. Rohrverbindungen, strömungsmäßig miteinander verbunden sind, wobei pro Zusammenschluss mehrerer Druckgasbehälter zu einer Einheit ein gemeinsames Behälterventil vorgesehen ist. Insbesondere bei Druckgasbehältern mit beliebiger und an die jeweiligen räumlichen Bedingungen angepassten Außenform, ergibt sich auf diese Weise die Möglichkeit zur optimalen Ausnutzung des individuell verfügbaren Raumvolumens, wobei die Anzahl zu steuernder Behälterventile bedarfsweise reduzierbar ist.

[0086] Die erfindungsgemäße Sauerstoffreduzierungsanlage eignet sich insbesondere, um bei mehreren räumlich voneinander getrennten Bereichen den Sauerstoffgehalt in der Raumatmosphäre zu reduzieren bzw. auf einem reduzierten Wert zu halten. Von daher ist gemäß einer Weiterbildung der vorliegenden Erfindung die Sauerstoffreduzierungsanlage einer Mehrzahl von räumlich voneinander getrennten Bereichen zugeordnet, wobei die bereits genannte zweite Ventilanordnung für jeden der Mehrzahl von Bereichen ein zugeordnetes Ventil (insbesondere Bereichsventil) aufweist, über welches die zweite Sammelleitung mit dem entsprechenden Bereich strömungsmäßig verbunden oder verbindbar ist, um bedarfsweise ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch bzw. Inertgas diesem Bereich zuzuführen.

[0087] Für eine weitere bevorzugte Form der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage ist vorgesehen, dass die Steuereinrichtung die einzelnen Ventilanordnungen derart koordiniert steuert, dass der Ausgang des wenigstens einen Gasseparationssystems mit dem Einlass wenigstens eines Druckgasbehälters strömungsmäßig verbindbar ist, wenn der Auslass wenigstens eines weiteren, anderen Druckgasbehälters mit dem mindestens einen umschlossenen Bereich strömungsmäßig verbunden ist. Folglich ist die Steuereinrichtung, insbesondere in Verbindung mit der Sensoreinheit, dazu ausgelegt, selektiv Druckgasbehälter mit sauerstoffreduziertem Gasgemisch zu befüllen während dem wenigstens einen umschlossenen Bereich sauerstoffreduziertes Gasgemisch aus weiteren Druckgasbehältern zuführbar ist.

[0088] Vorteilhafterweise kann hierdurch eine ressourcenfreundliche und zeitoptimierte Wiederbefüllung der Druckgasbehälter mit sauerstoffreduziertem Gasgemisch sichergestellt werden, während gleichzeitig eine Konzentration bzw. ein Konzentrationsregelbereich von sauerstoffreduziertem Gasgemisch in dem umschlossenen Bereich gehalten werden kann. Des Weiteren ist durch die selektive Befüllung und Steuerung der Druckgasbehälter durch die Steuereinrichtung gleichfalls eine verbesserte Ausfallsicherheit der Sauerstoffreduzierungsanlage gegeben.

[0089] In einer bevorzugten Realisierung der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage ist die Steuereinrichtung derart ausgebildet, dass bei Detektion eines zuvor bestimmbar Minimaldrucks und/oder Unterschreiten eines zuvor bestimmbar Minimaldrucks in wenigstens einem der Mehrzahl von Druckgasbehältern bzw. dem Druckgasspeicher selektiv eine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Auslass des Gasseparationssystems und dem betroffenen Druckgasbehälter bzw. dem Druckgasspeicher vorliegt bzw. herstellbar ist. Der Minimaldruck ist frei wählbar und dient dazu, die wenigstens teilweise oder vollständige Entleerung eines Druckgasbehälters zu kennzeichnen. So kann die Steuereinrichtung einen benutzerdefinierten Status bzw. Schwellwert zur Wiederbefüllung eines Druckgasbehälters bzw. des Druckgasspeichers anhand des Minimaldrucks ermitteln und gegebenenfalls eine entsprechende Wiederbefüllung einleiten. In der Folge ist eine ressourcenschonende Wiederbefüllung der Druckgasbehälter bzw. des Druckgasspeichers sichergestellt. Des Weiteren ist es auf diese Weise möglich, Leckagen z.B. des Druckgasspeichers festzustellen, wenn die Steuereinrichtung einen Minimaldruck bzw. dessen Unterschreitung in wenigstens einem der Druckgasbehälter anhand der Sensoreinheit erfasst und eine Wiederbefüllung des Druckgasbehälters mit sauerstoffreduziertem Gasgemisch durch die Steuereinrichtung vorzugsweise automatisch startet.

[0090] Die Erfindung ist nicht nur auf eine Sauerstoffreduzierungsanlage beschränkt, sondern betrifft auch ein Verfahren zum Betreiben einer Sauerstoffreduzierungsanlage, insbesondere einer Sauerstoffreduzierungsanlage der zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Art. Bei dem Verfahren ist vorgesehen, dass zunächst in einen Druckgasspeicher ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch oder Inertgas in komprimierter Form gespeichert wird. Zum raschen Reduzieren des Sauerstoffgehalts in der Raumatmosphäre eines umschlossenen Bereiches wird dann zumindest ein Teil des in dem Druckgasspeicher bzw. in mindestens einem Druckgasbehälter des Druckgasspeichers in komprimierter Form gespeicherten Gasgemisches bzw. Inertgas dem umschlossenen Bereich zugeführt und zwar indem der Druckgasspeicher bzw. mindestens ein Druckgasbehälter des Druckgasspeichers mit dem umschlossenen Bereich strömungsmäßig verbunden wird. Um einen reduzierten Sauerstoffgehalt in der Raumatmosphäre des

umschlossenen Bereiches zu halten und/oder um den Sauerstoffgehalt in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches weiter zu reduzieren, wird ein an einem Auslass eines Gasseparationssystems bereitgestelltes, sauerstoffreduziertes Gasgemisch in geregelter Weise dem umschlossenen Bereich zugeführt, und zwar indem der Auslass des Gasseparationssystems mit dem umschlossenen Bereich strömungsmäßig verbunden wird.

[0091] Bei dem erfindungsgemäßen Betriebsverfahren ist insbesondere vorgesehen, dass nach der Erstab- senkung oder einer Schnellabsenkung des Sauerstoff- gehaltes in dem umschlossenen Bereich durch das Zu- führen des in dem Druckgasspeicher komprimierten Gasgemisches bzw. Inertgases zumindest teilweise eine Wiederbefüllung des Druckgasspeichers bzw. mindes- tens eines Druckgasbehälters des Druckgasspeichers stattfindet, und zwar indem der Auslass des Gassepara- tionssystems mit dem Druckgasspeicher bzw. mit dem mindestens einen Druckgasbehälter des Druckgasspei- chers strömungsmäßig verbunden wird.

[0092] In einer bevorzugten Realisierung des erfin- dungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass bei der Erstab- senkung oder der Schnellabsenkung des Sauerstoffgehaltes in dem umschlossenen Bereich der- art zumindest ein Teil des in dem Druckgasspeicher bzw. in dem mindestens einen Druckgasbehälter des Druck- gasspeichers in komprimierter Form gespeicherten Gas- gemisches oder Inertgases dem umschlossenen Be- reich zugeführt wird, dass die Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich einen insbesondere in Abhängigkeit von der Brandlast des umschlossenen Be- reiches vorab festgelegten oder festlegbaren ersten Wert nicht unterschreitet und einen ebenfalls vorab festge- legten oder festlegbaren zweiten Wert nicht überschrei- tet, wobei der zweite Wert kleiner als der Wert der Sauer- stoffkonzentration in der normalen Atmosphäre und grö- ßer als der erste Wert ist. Insbesondere ist es in diesem Zusammenhang denkbar, dass bei dem im Anschluss an die Erstab- senkung bzw. Schnellabsenkung stattfindenden Haltefluten das an dem Auslass des Gassepara- tionssystems bereitgestellte, sauerstoffreduzierte Gas- gemisch in geregelter Weise derart dem umschlossenen Bereich zugeführt wird, dass die Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich den insbesondere in Abhängigkeit von der Brandlast des umschlossenen Be- reiches vorab festgelegten oder festlegbaren ersten Wert nicht unterschreitet und den vorab festgelegten oder festlegbaren zweiten Wert nicht überschreitet.

[0093] Vorzugsweise entsprechen hier die ersten und zweiten vorab festgelegten oder festlegbaren Werte der Sauerstoffkonzentration unteren und oberen Grenzwerten eines Grundinertisierungsniveaus des umschlosse- nen Bereiches.

[0094] Gemäß einem weiteren Aspekt des erfindungs- gemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass bei dem Hal- tefluten nach der Erstab- senkung bzw. Schnellabsen- kung das an dem Auslass des Gasseparationssystems bereitgestellte, sauerstoffreduzierte Gasgemisch in ge-

regelter Weise nur dann dem umschlossenen Bereich zugeführt wird, wenn während oder nach der Erstab- senkung bzw. Schnellabsenkung vorzugsweise automa- tisch, insbesondere mit Hilfe von mindestens einem Brandmelder, und/oder manuell, insbesondere durch Betätigung eines entsprechenden Schalters, verifiziert wird, dass in dem umschlossenen Bereich kein Brand vorliegt.

[0095] In einer bevorzugten Realisierung des erfin- dungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass auto- matisch, insbesondere mit Hilfe von mindestens einem Brandmelder, und/oder manuell, insbesondere durch Betätigung eines entsprechenden Schalters, verifiziert wird, dass nach der Erstab- senkung bzw. Schnellabsen- kung ein in dem umschlossenen Bereich ausgebroche- nes Feuer nicht oder nicht hinreichend unterdrückt wur- de. Hierbei ist insbesondere vorgesehen, dass nach einer Verifikation, dass ein in dem umschlossenen Be- reich ausgebrochenes Feuer nicht oder nicht hinrei- chend unterdrückt wurde, der Sauerstoffgehalt in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches weiter reduziert wird, und zwar indem zumindest ein Teil des in dem Druckgasspeicher bzw. in mindestens einem Druck- gasbehälter des Druckgasspeichers in komprimierter Form gespeicherten Gasgemisches oder Inertgases dem umschlossenen Bereich zugeführt, und zwar indem der Druckgasspeicher bzw. der mindestens eine Druck- gasbehälter des Druckgasspeichers mit dem umschlos- senen Bereich strömungsmäßig verbunden wird.

[0096] Insbesondere ist es in diesem Zusammenhang denkbar, dass nach einer Verifikation, dass ein in dem umschlossenen Bereich ausgebrochenes Feuer nicht oder nicht hinreichend unterdrückt wurde, der Sauer- stoffgehalt in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches so lange weiter reduziert wird, bis die Sauer- stoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich eine vorab festgelegte oder festlegbare Zielkonzentration er- reicht, welche einer Stickstoffkonzentration entspricht, die mindestens gleich groß wie eine von der Brandlast des umschlossenen Raumes abhängige Löschgaskon- zentration ist. Die vorab festgelegte oder festlegbare Sauerstoff-Zielkonzentration in dem umschlossenen Be- reich entspricht dabei in bevorzugter Weise einem Voll- inertisierungsniveau.

[0097] Alternativ oder zusätzlich ist es in diesem Zu- sammenhang denkbar, dass nach dem weiteren Redu- zieren des Sauerstoffgehalts in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches die vorab festgelegte oder festlegbare Sauerstoff-Zielkonzentration in dem umschlossenen Bereich aufrechterhalten wird (Halteflu- tung), und zwar indem ein an dem Auslass des Gass- eparationssystems bereitgestelltes, sauerstoffreduzier- tes Gasgemisch in geregelter Weise dem umschlosse- nen Bereich zugeführt wird, und zwar indem der Auslass des Gasseparationssystems mit dem umschlossenen Bereich strömungsmäßig verbunden wird. Hierbei findet in bevorzugter Weise während dieser Halteflutung zu- mindest teilweise eine Wiederbefüllung des Druckgas-

speichers bzw. mindestens eines Druckgasbehälters des Druckgasspeichers statt, und zwar indem der Auslass des Gasseparationssystems mit dem Druckgasspeicher bzw. mit dem mindestens einen Druckgasbehälter des Druckgasspeichers strömungsmäßig verbunden wird.

[0098] Gemäß einem weiteren Aspekt des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass vorzugsweise kontinuierlich oder zu vorgegebenen Zeiten oder Ereignissen der umschlossene Bereich im Hinblick auf das Auftreten mindestens einer Brandkenngroße überwacht wird. In diesem Zusammenhang ist es denkbar, dass zumindest die Erst- bzw. Schnellabsenkung vorzugsweise automatisch initiiert wird, sobald mindestens eine Brandkenngroße erfasst wird.

[0099] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Steuereinrichtung vorgesehen, welche insbesondere ausgebildet ist, das Füllen des Druckgasspeichers bzw. mindestens eines Druckgasbehälters des Druckgasspeichers zu koordinieren bzw. regelnd zu überwachen. Die wenigstens teilweise Wiederauffüllung des Druckgasspeichers bzw. des mindestens einen Druckgasbehälters des Druckgasspeichers kann insbesondere auch erfolgen, während parallel der reduzierte Sauerstoffgehalt in dem umschlossenen Bereich gehalten und/oder der Sauerstoffgehalt in dem umschlossenen Bereich weiter reduziert wird. Dabei liegt diesem Erfindungsaspekt die Erkenntnis zugrunde, dass beim Füllen des Druckgasspeichers, insbesondere wenn dieser in Gestalt einer Druckgasflaschenbatterie ausgeführt ist, verschiedene Bedingungen erfüllt werden müssen, um die einzelnen Druckgasflaschen der Flaschenbatterie richtig und sicher mit dem von dem Gasseparationssystem bereitgestellten Gas zu füllen.

[0100] Nur als Beispiel sei in diesem Zusammenhang genannt, dass es verschiedene Flaschenfülldrücke für Druckgasflaschen gibt. Wenn eine Druckgasflasche mit dem falschen Druck gefüllt wird, wird die Flasche nicht ganz gefüllt, oder es entsteht ein Überdruck, der die Druckgasflasche beschädigen kann (beispielsweise kann dann eine Überdruckscheibe der Flasche zerbrechen).

[0101] Nachfolgend werden exemplarische Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage anhand der beiliegenden Zeichnungen näher beschrieben.

[0102] Es zeigen:

FIG. 1 schematisch eine erste exemplarische Ausführungsform der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage;

FIG. 2 schematisch eine zweite exemplarische Ausführungsform der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage;

FIG. 3 schematisch eine Behälterventilanordnung, über welche bei den exemplarischen Aus-

führungsformen die jeweiligen Druckgasbehälter mit der ersten und zweiten Sammelleitung der Sauerstoffreduzierungsanlage verbunden bzw. verbindbar sind;

FIG. 4 schematisch eine dritte exemplarische Ausführungsform der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage;

FIG. 5a schematisch ein Blockschaltbild zum Veranschaulichen verschiedener beispielhafter Verbindungen einer Steuereinrichtung einer exemplarischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage mit Komponenten der Sauerstoffreduzierungsanlage;

FIG. 5b ebenfalls schematisch ein Blockschaltbild zum Veranschaulichen verschiedener beispielhafter Verbindungen einer Steuereinrichtung einer exemplarischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage mit gruppierten Komponenten der Sauerstoffreduzierungsanlage; und

FIG. 6 schematisch ein Ablaufdiagramm einer exemplarischen Steuersequenz zum Steuern bzw. Betreiben einer Sauerstoffreduzierungsanlage gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung.

[0103] Die vorliegende Erfindung beruht auf dem Problem, dass nach dem Auslösen einer herkömmlichen Sauerstoffreduzierungsanlage, d.h. wenn das sauerstoffreduzierte Gasgemisch oder Inertgas, das in komprimierter Form in einem Druckgasspeicher gespeichert wird, für eine Schnell- oder Erstabsenkung in einen umschlossenen Raum geleitet wurde, üblicherweise die dann geleerten Druckgasspeicher auszutauschen sind. In vielen Fällen kann jedoch ein Austausch der Druckgasspeicher nur mit erhöhtem Aufwand realisiert werden, da die Druckgasspeicher einer Sauerstoffreduzierungsanlage oft nicht frei zugänglich sind. Dieser Umstand führt unter anderem auch dazu, dass die laufenden Betriebskosten einer Sauerstoffreduzierungsanlage oftmals relativ hoch sind. Zudem kann während eines Austauschs des Druckgasspeichers der Brandschutz nicht oder nur unvollständig gewährleistet werden, wenn kein Reserve-Druckgasspeicher vorgehalten wird.

[0104] Angesichts dieser Probleme ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Sauerstoffreduzierungsanlage anzugeben, deren laufende Betriebskosten reduziert werden können, ohne dass die Wirksamkeit der Sauerstoffreduzierungsanlage beeinträchtigt wird.

[0105] Dementsprechend wird eine Sauerstoffreduzierungsanlage vorgeschlagen, welche wenigstens ein Gasseparationssystem zum bedarfsweisen Bereitstel-

len eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches an einem Auslass des Gasseparationssystems, und einen Druckgasspeicher, insbesondere in Gestalt einer oder mehrerer Druckgasbehälter, aufweist zum Speichern eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches oder Inertgases in komprimierter Form. Der Druckgasspeicher ist über ein Leitungssystem mit mindestens einem umschlossenen Bereich strömungsmäßig verbunden oder verbindbar zum bedarfsweisen Zuführen von mindestens einem Teil des in dem Druckgasspeicher gespeicherten Gasgemisches bzw. Inertgases zu dem mindestens einen umschlossenen Bereich. Dabei ist vorgesehen, dass der Auslass des Gasseparationssystems wahlweise und/oder bedarfsweise mit einem Einlass des Druckgasspeichers und/oder mit dem mindestens einen umschlossenen Bereich strömungsmäßig verbunden oder verbindbar ist zum bedarfsweisen Zuführen des am Auslass des Gasseparationssystems bereitgestellten Gasgemisches zu dem Druckgasspeicher und/oder zu dem mindestens einen umschlossenen Bereich.

[0106] Gemäß Realisierungen der Sauerstoffreduzierungsanlage ist mindestens eine Steuereinrichtung vorgesehen, um zumindest teilweise automatisch und insbesondere wahlweise automatisch die strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Auslass des Gasseparationssystems und dem Einlass des Druckgasspeichers und/oder dem mindestens einen umschlossenen Bereich herzustellen.

[0107] Die mindestens eine Steuereinrichtung ist vorzugsweise eine kombinierte Hardware / Software-Vorrichtung. Eingangssignale, wie Sensormessungen oder Benutzerkonfigurationseingaben, können von der mindestens einen Steuereinrichtung verarbeitet und mit einer Steuerungssoftware berechnet werden, z.B. WAGNER OxyControl®. Die Steuereinrichtung kann eine programmierbare Logiksteuerung (SPS) umfassen, wie sie als S7 von der Siemens AG, München, oder als Typ 750 von WAGO Kontakttechnik GmbH, Minden, erhältlich ist.

[0108] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage ist die mindestens eine Steuereinrichtung konfiguriert, um Sensordaten zu empfangen, um Informationen bereitzustellen, z.B. durch Anzeige oder Abgabe von Status- oder Alarmdaten, zur Betätigung eines Verdichter- bzw. Kompressorsystems und des Gasseparationssystems und zur Betätigung der zur Sauerstoffreduzierungsanlage gehörenden Ventilanordnungen.

[0109] In einer Ausführungsform umfassen die Ventilanordnungen sowohl elektromagnetische Steuerventile als auch pneumatische Bereichsventile. Die Steuereinrichtung ist dazu ausgebildet, elektrische Betätigungssignale zur Betätigung der elektromagnetischen Steuerventile zu erzeugen und abzugeben. Die Steuerventile sind mit einer Steuergasquelle, z.B. einer Pilotgasflasche oder Steuerflasche, strömungsmäßig verbunden oder verbindbar. Sobald die Steuerventile betätigt werden, strömt Steuergas aus der Pilotgasflasche oder Steuerflasche aus und betätigt die pneumatischen Bereichs-

ventile nach Bedarf.

[0110] In einer weiteren Ausführungsform ist als sekundäre Steuereinrichtung eine zusätzliche Brandmelderzentrale vorgesehen. Die Brandmelderzentrale ist so konfiguriert, dass sie Brandmeldedaten von entsprechenden Brandmeldern empfängt, Feueralarmdaten verarbeitet und einen Brandalarm signalisiert. Eine beispielhafte Brandmelderzentrale kann von der Labor Strauss Sicherungsanlagenbau GmbH, Wien, Österreich bezogen werden. Sowohl die Steuereinrichtung als auch die Brandmelderzentrale können so konfiguriert sein, dass sie im Falle von möglicherweise gefährlichen Zuständen, z.B. Rauch, Feuer oder kritischen Sauerstoffkonzentrationen, ansprechen.

[0111] Gemäß einem weiteren Aspekt der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage ist der Steuereinrichtung eine Sensoreinheit zugeordnet. Vorzugsweise weist die Sensoreinheit mindestens einen Drucksensor und/oder mindestens einen Temperatursensor auf. Insbesondere messen der Drucksensor und/oder der Temperatursensor den Zustand, insbesondere den Füllstand bzw. den Füllgrad des Druckgasspeichers. Beim Wiederbefüllen des Druckgasspeichers mit einem sauerstoffreduzierten Gasgemisch kann sich die Temperatur im Druckgasspeicher erhöhen, was zu einer unvollständigen Wiederbefüllung des Druckgasspeichers führt und damit auch zu einer späteren Druckabsenkung.

[0112] In bevorzugter Weise können mit Hilfe des mindestens einen Drucksensors und/oder des mindestens einen Temperatursensors, insbesondere in und/oder an dem Druckgasspeicher, temperaturabhängige Druckverhältnisse in dem Druckgasspeicher erfasst und der Steuereinrichtung mitgeteilt werden, so dass die Wiederbefüllung des Druckgasspeichers mit sauerstoffreduziertem Gasgemisch unter Berücksichtigung der temperaturabhängigen Druckverhältnisse erfolgt. In dieser Hinsicht ist es auch denkbar, dass die Steuereinrichtung als Reaktion auf eine temperaturabhängige Druckerhöhung die Abgabe von sauerstoffreduziertem Gasgemisch aus dem Druckgasspeicher steuert bzw. regelt und so eine Beschädigung des Druckgasspeichers verhindert.

[0113] In einer Ausführungsform der Sauerstoffreduzierungsanlage weist das mindestens eine Gasseparationssystem und/oder ein dem Gasseparationssystem vorgeschaltetes Kompressorsystem einen ersten Betriebsmodus und einen zweiten Betriebsmodus auf zum Zuführen des sauerstoffreduzierten Gasgemisches zu dem Druckgasspeicher und/oder dem mindestens einen umschlossenen Bereich. Vorzugsweise ist jedem Betriebsmodus ein unabhängiges Gasseparationssystem zugeordnet. Auf diese Weise können der erste und der zweite Betriebsmodus einzeln oder gleichzeitig mittels unabhängiger Gasseparationssysteme betrieben werden. Hierzu werden das Gasseparationssystem oder die Betriebsart des mindestens einen Gasseparationssystems und/oder eines dem Gasseparationssystem vorgeschalteten Kompressorsystems vorzugsweise insbesondere automatisch von der Steuereinrichtung ge-

steuert. In dieser Hinsicht ist anzumerken, dass das Wiederbefüllen des Druckgasspeichers mit einem sauerstoffreduzierten Gasgemisch typischerweise mit einer höheren Stickstoffkonzentration bewirkt wird, als für die Zuführung zu dem umschlossenen Bereich erforderlich ist.

[0114] Auf diese Weise kann das bei einem ersten Betriebsmodus des Gasseparationssystems mit hoher Stickstoffkonzentration, vorzugsweise mit einer Stickstoffkonzentration von 99,5 Vol.-%, hergestellte sauerstoffreduzierte Gasgemisch zum bedarfsweisen Wiederbefüllen des Druckgasspeichers verwendet werden. Optional kann dieses bei einem ersten Betriebsmodus des Gasseparationssystems hergestellte Gasgemisch dazu genutzt werden, um dem umschlossenen Bereich gleichzeitig ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch bereitzustellen, wobei das sauerstoffreduzierte Gasgemisch dann auf eine Stickstoffkonzentration von beispielsweise 95 Vol.-% verdünnt wird.

[0115] Ferner bietet die Steuervorrichtung die Möglichkeit, das Gasseparationssystem in einem zweiten Betriebsmodus zu betreiben, bei dem ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch mit einer wirksamen Stickstoffkonzentration, vorzugsweise einer Stickstoffkonzentration von 95 Vol.-%, bereitgestellt wird, welches dem umschlossenen Bereich zugeführt werden kann.

[0116] So ist es beispielsweise denkbar, dass beim Wiederbefüllen des Druckgasspeichers mit hoher Stickstoffkonzentration ein Teil des erzeugten sauerstoffreduzierten Gasgemisches über einen Bypass dem umschlossenen Bereich zugeführt wird. Beispielsweise kann die strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Auslass des Gasseparationssystems und dem umschlossenen Bereich als Bypass in Verbindung mit einer Ventilanordnung verwendet werden. Zu diesem Zweck umfasst der Bypass vorzugsweise eine geeignete Blende zum Reduzieren der Stickstoffkonzentration des dem umschlossenen Bereich zuzuführenden sauerstoffreduzierten Gasgemischs auf ein wirksames Niveau, oder z.B. eine Mischkammer, in der das sauerstoffreduzierte Gasgemisch mit einem Anfangsgasgemisch vermischt wird. Durch die vorteilhafte Steuerung des Gasseparationssystems, vorzugsweise automatisch durch die Steuereinrichtung, kann das Gasseparationssystem effizient betrieben werden und das sauerstoffreduzierte Gasgemisch kann entsprechend der vorgesehenen Konzentration optimal genutzt werden.

[0117] Weiterhin ist es durch die Anwendung von zwei Gasseparationssystemen möglich, in einer ersten Betriebsart ein erstes Gasseparationssystem zum Wiederbefüllen des Druckgasspeichers zu betreiben und vorzugsweise das andere Gasseparationssystem in einer zweiten Betriebsart parallel zu betreiben, um den umschlossenen Bereich mit einem sauerstoffreduzierten Gasgemisch in einer wirksamen Stickstoffkonzentration zu versorgen. Es ist denkbar, für jedes der Gasseparationssysteme entweder ein gemeinsames oder ein einzelnes vorgeschaltetes Kompressorsystem vorzusehen.

[0118] Gemäß einem weiteren Aspekt der Sauerstoffreduzierungsanlage ist eine Anlage vorgesehen, in der der Druckgasspeicher mehrere räumlich voneinander getrennte Druckgasbehälter aufweist, die parallel zueinander und vorzugsweise jeweils mit mindestens einem Behälterventil verbunden sind. Zusätzlich sind eine erste und eine zweite Sammelleitung vorgesehen.

[0119] Dabei ist der Auslass des Gasseparationssystems über ein Ventil mit der ersten Sammelleitung verbunden oder mit dieser verbindbar, während für vorzugsweise jeden der mehreren Druckgasbehälter ein erster Leitungsabschnitt vorgesehen ist, über den das jeweilige Behälterventil strömungsmäßig mit der ersten Sammelleitung verbunden ist. Das Behälterventil von vorzugsweise jeweils einem der Mehrzahl von Druckgasbehältern ist jeweils ferner über einen zweiten Leitungsabschnitt mit der bereits erwähnten zweiten Sammelleitung verbunden. Die zweite Sammelleitung selbst ist über ein Ventil, insbesondere ein Bereichsventil, strömungsmäßig mit dem mindestens einen umschlossenen Bereich verbunden oder verbindbar.

[0120] Bei dieser Ausführungsform bildet das Ventil, mit dem der Auslass des Gasseparationssystems verbunden ist oder mit der ersten Sammelleitung verbindbar ist, die zuvor erwähnte erste Ventilanordnung. Andererseits ist das Ventil, durch das die zweite Sammelleitung mit dem mindestens einen umschlossenen Bereich verbunden oder strömungsverbunden werden kann, ein Teil der zweiten Ventilanordnung, wenn die Sauerstoffreduzierungsanlage mehreren geschlossenen Bereichen zugeordnet ist. Ist hingegen die Sauerstoffreduzierungsanlage nur einem einzigen umschlossenen Bereich zugeordnet, so bildet das Ventil, über das die zweite Sammelleitung mit dem mindestens einen umschlossenen Bereich strömungsmäßig verbunden oder verbindbar ist, die zweite Ventilanordnung.

[0121] Nachfolgend werden unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen exemplarische Ausführungsformen der Erfindung beschrieben.

[0122] Die in FIG. 1 schematisch dargestellte erste exemplarische Ausführungsform der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage 100 zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass diese ein Gasseparationssystem 102 und zusätzlich hierzu einen Druckgasspeicher 105 aufweist. Das Gasseparationssystem 102 und der Druckgasspeicher 105 bilden zusammen die "Inertgasquelle" der Sauerstoffreduzierungsanlage 100.

[0123] Dem Gasseparationssystem 102 ist ein Kompressorsystem 101 vorgeschaltet, um das dem Gasseparationssystem 102 zuzuführende Anfangsgasgemisch entsprechend zu komprimieren. Durch eine entsprechende Variation von Druck und Volumenstrom des dem Gasseparationssystem 102 zugeführten Anfangsgasgemisches lässt sich das Gasseparationssystem 102 auf eine geforderte Stickstoffkonzentration und nötige Menge an sauerstoffreduziertem Gas einstellen.

[0124] An dieser Stelle ist jedoch zu betonen, dass es nicht zwangsläufig erforderlich ist, dem Gasseparationssystem

system 102 ein entsprechendes Kompressorsystem 101 vorzuschalten.

[0125] Der Auslass des Gasseparationssystems 102, d.h. der Ausgang des Gasseparationssystems 102, an welchem das sauerstoffreduzierte Gasgemisch bzw. mit Stickstoff angereicherte Gasgemisch bereitgestellt wird, ist über ein erstes Leitungssystem mit einem umschlossenen Raum 107 strömungsmäßig verbunden bzw. verbindbar und über ein zusätzliches, zweites Leitungssystem mit dem bereits genannten Druckgasspeicher 105 verbunden bzw. verbindbar. Hierzu ist eine erste Ventilanordnung 104 in dem zweiten Leitungssystem vorgesehen, d.h. in dem Leitungssystem, welches den Auslass des Gasseparationssystems 102 mit dem Druckgasspeicher 105 verbindet. Eine weitere Ventilanordnung 109 ist in dem Leitungssystem vorgesehen, welches den Auslass des Gasseparationssystems 102 mit dem umschlossenen Raum 107 strömungsmäßig verbindet. Noch eine Ventilanordnung 106 ist in einem Leitungssystem angeordnet, welches den Druckgasspeicher 105 mit dem umschlossenen Bereich 107 verbindet. Auf diese Weise kann bei Bedarf der Druckgasspeicher 105 strömungsmäßig mit dem umschlossenen Bereich 107 verbunden werden.

[0126] Der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage 100 ist vorzugsweise eine Steuereinrichtung 10 zugeordnet, um die einzelnen Ventilanordnungen 104, 106 und 109 koordiniert ansteuern zu können. Dabei ist der Steuereinrichtung 10 vorzugsweise ferner eine Sensoreinheit mit mindestens einem Drucksensor und/oder mindestens einem Temperatursensor zugeordnet, die insbesondere in und/oder an dem Druckgasspeicher vorgesehen sind. Der Übersichtlichkeit halber wird auf die Darstellung der Sensoreinheit in den FIG. 1 bis 4 verzichtet.

[0127] Im Einzelnen ist bei der dargestellten exemplarischen Ausführungsform vorgesehen, dass die Steuereinrichtung 10 ausgebildet ist, die einzelnen Ventilanordnungen 104, 106 und 109 derart anzusteuern, dass der Auslass des Gasseparationssystems 102 mit dem Einlass des Druckgasspeichers 105 vorzugsweise nur dann strömungsmäßig verbunden bzw. verbindbar ist, wenn keine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Auslass des Druckgasspeichers 105 und dem mindestens einen umschlossenen Bereich 107 vorliegt, d.h. wenn die dritte Ventilanordnung 106 geschlossen ist. Darüber hinaus ist die Steuereinrichtung 10 derart ausgebildet, dass vorzugsweise nur dann der Auslass des Gasseparationssystems 102 über die erste Ventilanordnung 104 mit dem Druckgasspeicher 105 strömungsmäßig verbunden bzw. verbindbar ist, wenn keine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Auslass des Gasseparationssystems 102 und dem umschlossenen Bereich 107 vorliegt, also dann, wenn die zweite Ventilanordnung 109 geschlossen ist.

[0128] Alternativ ist es gleichfalls möglich, die erfindungsgemäße Sauerstoffreduzierungsanlage 100, insbesondere die Steuereinrichtung 10, derart vorzusehen,

dass der Auslass des Gasseparationssystems 102 mit dem Einlass des Druckgasspeichers 105 über die erste Ventilanordnung 104 und dem umschlossenen Bereich 107 über die zweite Ventilanordnung 109 strömungsmäßig bedarfsweise gleichzeitig verbindbar ist.

[0129] Bei der in FIG. 1 schematisch dargestellten exemplarischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage 100 ist ein weiteres Kompressorsystem 103 vorgesehen, welches in dem Leitungssystem angeordnet ist, das den Auslass des Gasseparationssystems 102 mit dem Druckgasbehälter 105 verbindet. Mit Hilfe dieses weiteren Kompressorsystems 103 kann bedarfsweise das am Auslass des Gasseparationssystems 102 bereitgestellte, sauerstoffreduzierte Gasgemisch weiter komprimiert werden, damit dieses dann in der gewünschten komprimierten Form in dem Druckgasbehälter 105 gespeichert werden kann. Kommt als Druckgasbehälter eine Druckgasflasche oder Flaschenbatterie zum Einsatz, ist es von Vorteil, wenn das weitere Kompressorsystem 103 das am Auslass des Gasseparationssystems 102 bereitgestellte, sauerstoffreduzierte Gasgemisch auf bis zu 300 bar komprimiert.

[0130] Die in FIG. 2 schematisch dargestellte Sauerstoffreduzierungsanlage 100 unterscheidet sich von der in FIG. 1 schematisch dargestellten Ausführungsform insbesondere darin, dass die Sauerstoffreduzierungsanlage 100 gemäß der in FIG. 2 dargestellten Ausführungsform nicht nur einem einzigen umschlossenen Bereich 107, sondern einer Mehrzahl von umschlossenen Bereichen 107a, 107b zugeordnet ist. Die Sauerstoffreduzierungsanlage 100 ist somit als sogenannte Mehrbereichsanlage ausgeführt.

[0131] Ein weiterer Unterschied zu der in FIG. 1 dargestellten Ausführungsform liegt darin, dass bei der in FIG. 2 schematisch dargestellten Sauerstoffreduzierungsanlage 100 der Druckgasspeicher 105 eine Mehrzahl von räumlich voneinander getrennten, parallel zueinander geschalteten Druckgasbehältern 105a, 105b, 105c, 105d aufweist. Diese Druckgasbehälter sind beispielsweise handelsübliche Hochdruckflaschen (300 bar-Flaschen).

[0132] Die einzelnen Druckgasbehälter 105a bis 105d sind parallel zueinander geschaltet, um bedarfsweise das in diesen Druckgasbehältern 105a bis 105d in komprimierter Form gespeicherte Gasgemisch möglichst rasch dem bzw. den umschlossenen Bereichen 107a, 107b zuführen zu können.

[0133] Für die Parallelschaltung der Druckgasbehälter 105a bis 105d kommt bei der in FIG. 2 schematisch dargestellten Ausführungsform eine erste Sammelleitung 110 sowie eine zweite Sammelleitung 111 zum Einsatz. Die erste Sammelleitung 110 ist strömungsmäßig über die erste Ventilanordnung 104 mit dem Auslass des Gasseparationssystems 102 verbindbar.

[0134] Wie auch bei der in FIG. 1 schematisch dargestellten Ausführungsform kommt bei der in FIG. 2 gezeigten Sauerstoffreduzierungsanlage 100 eine weitere Ventilanordnung zum Einsatz, um bedarfsweise den

Auslass des Gasseparationssystems 102 mit dem ersten umschlossenen Bereich 107a und/oder dem zweiten umschlossenen Bereich 107b zu verbinden. Im Unterschied zu der in FIG. 1 schematisch dargestellten Ausführungsform hingegen weist diese Ventilanordnung insgesamt zwei Ventile 109a und 109b auf, die jeweils als Bereichsventil ausgebildet und einem der entsprechenden umschlossenen Bereiche 107a, 107b zugeordnet sind.

[0135] Die bereits genannte zweite Sammelleitung 111 ist ebenfalls über entsprechende Bereichsventile 106a, 106b mit den entsprechenden umschlossenen Bereichen 107a, 107b strömungsmäßig verbindbar. Diese Ventile 106a, 106b sind vorzugsweise ebenfalls als Bereichsventile ausgebildet.

[0136] Nachfolgend wird die Parallelschaltung der einzelnen Druckgasbehälter 105a bis 105d auch unter Bezugnahme auf die schematische Darstellung in FIG. 3 näher beschrieben.

[0137] Im Einzelnen ist bei der in den Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsform vorgesehen, dass jeder Druckgasbehälter 105a bis 105d mit einem entsprechenden Behälterventil 108 (vgl. FIG. 3) versehen ist. Jedes Behälterventil 108 der Druckgasbehälter 105a bis 105d ist über einen ersten Leitungsabschnitt einerseits mit der ersten Sammelleitung 110 und über einen zweiten Leitungsabschnitt andererseits mit der zweiten Sammelleitung 111 strömungsmäßig verbunden.

[0138] Zu diesem Zweck ist jedem Behälterventil 108 der Druckgasbehälter 105a bis 105d ein Verbinderstück 113, insbesondere in Gestalt eines T- oder Y-Stückes, zugeordnet, über welches der entsprechende erste Leitungsabschnitt einerseits und der entsprechende zweite Leitungsabschnitt andererseits mit dem entsprechenden Behälterventil 108 bzw. dem Inneren des Druckgasbehälters 105a bis 105d strömungsmäßig verbunden sind.

[0139] In bevorzugter Weise sind die Behälterventile 108 der Druckgasbehälter 105a bis 105d jeweils als Schnellauslöseventilanordnung, insbesondere als pneumatisch betätigbare Schnellauslöseventilanordnung ausgeführt, um bedarfsweise eine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem entsprechenden Druckgasbehälter 105a bis 105d und der zweiten Sammelleitung auszubilden. Hierbei ist es von Vorteil, wenn die Ventilfunktion der Schnellauslöseventilanordnung bedarfsweise auch ausgeschaltet werden kann, und zwar insbesondere dann, wenn der Auslass des Gasseparationssystems 102 mit dem Einlass des entsprechenden Druckgasbehälters 105a bis 105d zum Zwecke einer Wiederbefüllung verbunden bzw. zu verbinden ist.

[0140] Wie in FIG. 3 schematisch angedeutet, ist es ferner denkbar, wenn zwischen dem Behälterventil 108 der entsprechenden Druckgasbehälter 105a bis 105d und der ersten und/oder der zweiten Sammelleitung 111, und insbesondere dem ersten und/oder zweiten Leitungsabschnitt, wenigstens ein Rückflussverhinderer 112 vorgesehen ist, um einen Gasfluss von der zweiten

Sammelleitung 111 zurück zu den Druckgasbehältern 105a bis 105d und/oder von den Druckgasbehältern 105a bis 105d zu der ersten Sammelleitung 110 zu blockieren. Gemäß FIG. 3 können die zwei Rückflussverhinderer 112 unmittelbar an einem Verbinderstück 113, insbesondere einem T-Stück, vorgesehen und strömungsmäßig mit dem Behälterventil 108 des jeweiligen Druckgasbehälters 105a bis 105d verbunden sein. In der Folge sind der Einlass des Druckgasspeichers und der Auslass des Druckgasspeichers über ein vorzugsweise gemeinsames Verbinderstück 113 mit dem Inneren des Druckgasspeichers verbunden. Auf diese Weise ist grundsätzlich sichergestellt, dass beim Auslösen der Schnellauslöseventilanordnungen kein Rückfluss von der zweiten Sammelleitung 111 in einen der Druckgasbehälter 105a bis 105d erfolgen kann, wenn beispielsweise in einem der Druckgasbehälter 105a bis 105d ein Vergleich zu den anderen Druckgasbehältern niedrigerer Druck vorliegt.

[0141] Die in FIG. 4 schematisch dargestellte Ausführungsform unterscheidet sich von der Ausführungsform in FIG. 2 insbesondere durch weitere Druckgasbehälter 105e bis 105f, die über ein weiteres Ventil der ersten Ventilanordnung 104 strömungsmäßig mit dem Ausgang des Gasseparationssystems verbindbar sind. Hierbei ist die Steuereinrichtung im Sinne der vorliegenden Erfindung dazu ausgelegt, mehrere Ventile der ersten Ventilanordnung 104 entsprechend zu steuern.

[0142] Ebenso wie für die Druckgasbehälter 105a bis 105d in FIG. 2, sind für die in FIG. 4 gezeigten, weiteren Druckgasbehälter 105e bis 105f eine weitere erste Sammelleitung 110 und eine weitere zweite Sammelleitung 111 vorgesehen. Auch ist jedem der weiteren Druckgasbehälter 105e bis 105f ein Behälterventil 108 mit einem Verbinderstück 113, insbesondere in Gestalt eines T- oder Y-Stückes, zugeordnet, über welches der entsprechende erste Leitungsabschnitt einerseits und der entsprechende zweite Leitungsabschnitt andererseits mit dem jeweiligen Behälterventil 108 bzw. dem Inneren der weiteren Druckgasbehälter 105e bis 105f strömungsmäßig verbindbar ist.

[0143] Die weitere zweite Sammelleitung 111 ist ebenfalls über entsprechende Bereichsventile 106c, 106d mit den entsprechenden umschlossenen Bereichen 107a, 107b strömungsmäßig verbindbar. Diese Ventile 106c, 106d sind vorzugsweise ebenfalls als Bereichsventile ausgebildet.

[0144] Anhand der in FIG. 4 schematisch dargestellten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es vorteilhafterweise möglich, dass die weiteren Druckgasbehälter 105e bis 105g und die Druckgasbehälter 105a bis 105d vorzugsweise unabhängig voneinander, gesteuert bzw. geregelt durch die Steuereinrichtung 10, einsetzbar sind. Insbesondere ist die Wiederbefüllung z.B. der weiteren Druckgasspeicher 105e bis 105g nach einer Schnellabsenkung und/oder Erstabsenkung durchführbar, während gleichzeitig die Druckgasspeicher 105a bis 105d mit den umschlossenen Bereichen 107a, 107b

strömungsmäßig verbunden sind, um einen reduzierten Sauerstoffgehalt in den umschlossenen Bereichen 107a, 107b zu halten oder weiter zu reduzieren.

[0145] Selbstverständlich können auch die Druckgasbehälter 105a bis 105d mit sauerstoffreduziertem Gasgemisch aus dem Gasseparationssystem 102 wiederbefüllt werden, wobei parallel die weiteren Druckgasbehälter 105e bis 105g mit den umschlossenen Bereichen 107a, 107b strömungsmäßig verbunden sind. Weiterhin ist der Einsatz weiterer Druckgasbehälter 105e bis 105g nicht auf die in FIG. 4 dargestellte Anzahl von Druckgasbehältern beschränkt, sondern kann bedarfsweise durch weitere Druckgasbehälter bzw. weitere, unabhängig voneinander steuerbare Zusammenschlüsse von mehreren Druckgasbehältern ergänzt werden.

[0146] Mit der in FIG. 4 gezeigten Ausführungsform ist vorteilhafterweise auch eine mehrstufige Inertisierung möglich. Bei einer mehrstufigen Inertisierung wird im Falle eines Brandes mithilfe der Druckgasbehälter 105a bis 105d die Sauerstoffkonzentration zunächst auf ein Grundinertisierungsniveau abgesenkt und dieses Niveau wird beispielsweise durch die Einleitung eines von dem Gasseparationssystem 102 produzierten, sauerstoffreduzierten Gasgemischs in den umschlossenen Bereich 107 gehalten. Nach Ablauf einer zuvor festlegbaren oder festgelegten Zeitspanne wird beispielsweise mittels Brandmeldern oder Sichtprüfung erneut geprüft, ob noch ein Brand vorliegt. Liegt kein Brand mehr vor, wird das Grundinertisierungsniveau zur Vermeidung einer Rückzündung für eine weitere festlegbare oder festgelegte Zeitspanne gehalten. Liegt jedoch weiterhin ein Brand vor, wird mithilfe der weiteren Druckgasbehälter 105e bis 105g die Sauerstoffkonzentration auf ein Vollinertisierungsniveau abgesenkt und auf diesem Niveau mithilfe des Gasseparationssystems 102 gehalten.

[0147] Insbesondere ist vorgesehen, dass nach der Erstabsenkung oder einer Schnellabsenkung des Sauerstoffgehaltes in dem umschlossenen Bereich 107a, 107b durch das Zuführen des in dem Druckgasspeicher 105 bzw. des in mindestens einem Druckgasbehälter 105a-g des Druckgasspeichers 105 komprimierten Gasgemisches bzw. Inertgases zumindest teilweise eine Wiederbefüllung des Druckgasspeichers 105 bzw. des mindestens einen Druckgasbehälters 105a-g des Druckgasspeichers 105 stattfindet, und zwar indem der Auslass des Gasseparationssystems 102 mit dem Druckgasspeicher 105 bzw. mit dem mindestens einen Druckgasbehälter 105a-g des Druckgasspeichers 105 strömungsmäßig verbunden wird.

[0148] In einer bevorzugten Realisierung ist vorgesehen, dass bei der Erstabsenkung oder der Schnellabsenkung des Sauerstoffgehaltes in dem umschlossenen Bereich 107a, 107b derart zumindest ein Teil des in dem Druckgasspeicher 105 bzw. des in mindestens einem Druckgasbehälter 105a-g des Druckgasspeichers 105 in komprimierter Form gespeicherten Gasgemisches oder Inertgases dem umschlossenen Bereich 107a, 107b zu-

geführt wird, dass die Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich 107a, 107b einen insbesondere in Abhängigkeit von der Brandlast des umschlossenen Bereiches 107a, 107b vorab festgelegten oder festlegbaren ersten Wert nicht unterschreitet und einen ebenfalls vorab festgelegten oder festlegbaren zweiten Wert nicht überschreitet, wobei der zweite Wert kleiner als der Wert der Sauerstoffkonzentration in der normalen Atmosphäre und größer als der erste Wert ist. Insbesondere ist es in diesem Zusammenhang denkbar, dass bei dem im Anschluss an die Erstabsenkung bzw. Schnellabsenkung stattfindenden Haltefluten das an dem Auslass des Gasseparationssystems 102 bereitgestellte, sauerstoffreduzierte Gasgemisch in geregelter Weise derart dem umschlossenen Bereich 107a, 107b zugeführt wird, dass die Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich 107a, 107b den insbesondere in Abhängigkeit von der Brandlast des umschlossenen Bereiches 107a, 107b vorab festgelegten oder festlegbaren ersten Wert nicht unterschreitet und den ebenfalls vorab festgelegten oder festlegbaren zweiten Wert nicht überschreitet.

[0149] Vorzugsweise entsprechen hier die ersten und zweiten vorab festgelegten oder festlegbaren Werte der Sauerstoffkonzentration unteren und oberen Grenzwerten eines Grundinertisierungsniveaus des umschlossenen Bereiches.

[0150] Gemäß einem weiteren Aspekt ist vorgesehen, dass bei dem Haltefluten nach der Erstabsenkung bzw. Schnellabsenkung das an dem Auslass des Gasseparationssystems 102 bereitgestellte, sauerstoffreduzierte Gasgemisch in geregelter Weise nur dann dem umschlossenen Bereich 107a, 107b zugeführt wird, wenn während oder nach der Erstabsenkung bzw. Schnellabsenkung vorzugsweise automatisch, insbesondere mit Hilfe von mindestens einem Brandmelder 118, und/oder manuell, insbesondere durch Betätigung eines entsprechenden Schalters, verifiziert wird, dass in dem umschlossenen Bereich 107a, 107b kein Brand vorliegt.

[0151] In einer bevorzugten Realisierung ist vorgesehen, dass automatisch, insbesondere mit Hilfe von mindestens einem Brandmelder 118, und/oder manuell, insbesondere durch Betätigung eines entsprechenden Schalters, verifiziert wird, dass nach der Erstabsenkung bzw. Schnellabsenkung ein in dem umschlossenen Bereich 107a, 107b ausgebrochenes Feuer nicht oder nicht hinreichend unterdrückt wurde. Hierbei ist insbesondere vorgesehen, dass nach einer Verifikation, dass ein in dem umschlossenen Bereich 107a, 107b ausgebrochenes Feuer nicht oder nicht hinreichend unterdrückt wurde, der Sauerstoffgehalt in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches 107a, 107b weiter reduziert wird, und zwar indem zumindest ein Teil des in dem Druckgasspeicher 105 bzw. zumindest ein Teil des in mindestens einem Druckgasbehälter 105a-g des Druckgasspeichers 105 in komprimierter Form gespeicherten Gasgemisches oder Inertgases dem umschlossenen Bereich 107a, 107b zugeführt, und zwar indem der Druckgasspeicher 105 bzw. der mindestens eine Druck-

gasbehälter 105a-g des Druckgasspeichers 105 mit dem umschlossenen Bereich 107a, 107b strömungsmäßig verbunden wird.

[0152] Insbesondere ist es in diesem Zusammenhang denkbar, dass nach einer Verifikation, dass ein in dem umschlossenen Bereich 107a, 107b ausgebrochenes Feuer nicht oder nicht hinreichend unterdrückt wurde, der Sauerstoffgehalt in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches 107a, 107b so lange weiter reduziert wird, bis die Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich eine vorab festgelegte oder festlegbare Zielkonzentration erreicht, welche einer Stickstoffkonzentration entspricht, die mindestens gleich groß wie eine von der Brandlast des umschlossenen Raumes 107a, 107b abhängige Löschgaskonzentration ist. Die vorab festgelegte oder festlegbare Sauerstoff-Zielkonzentration in dem umschlossenen Bereich 107a, 107b entspricht dabei in bevorzugter Weise einem Vollinertisierungsniveau.

[0153] Alternativ oder zusätzlich ist es in diesem Zusammenhang denkbar, dass nach dem weiteren Reduzieren des Sauerstoffgehalts in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches 107a, 107b die vorab festgelegte oder festlegbare Sauerstoff-Zielkonzentration in dem umschlossenen Bereich 107a, 107b aufrechterhalten wird (Halteflutung), und zwar indem ein an dem Auslass des Gasseparationssystems 102 bereitgestelltes, sauerstoffreduziertes Gasgemisch in geregelter Weise dem umschlossenen Bereich 107a, 107b zugeführt wird, und zwar indem der Auslass des Gasseparationssystems 102 mit dem umschlossenen Bereich strömungsmäßig verbunden wird. Hierbei findet in bevorzugter Weise während dieser Halteflutung zumindest teilweise eine Wiederbefüllung des Druckgasspeichers 105 bzw. eine Wiederbefüllung mindestens eines Druckgasbehälters 105a-g des Druckgasspeichers 105 statt, und zwar indem der Auslass des Gasseparationssystems 102 mit dem Druckgasspeicher 105 bzw. mit mindestens einem Druckgasbehälter 105a-g des Druckgasspeichers 105 strömungsmäßig verbunden wird.

[0154] Gemäß einem weiteren Aspekt ist vorgesehen, dass vorzugsweise kontinuierlich oder zu vorgegebenen Zeiten oder Ereignissen der umschlossene Bereich 107a, 107b im Hinblick auf das Auftreten mindestens einer Brandkenngröße überwacht wird. In diesem Zusammenhang ist es denkbar, dass zumindest die Erst- bzw. Schnellabsenkung vorzugsweise automatisch initiiert wird, sobald mindestens eine Brandkenngröße erfasst wird.

[0155] FIG. 5a zeigt ein Blockschaltbild zum Veranschaulichen verschiedener beispielhafter Verbindungen der Steuereinrichtung 10 mit Komponenten der Sauerstoffreduzierungsanlage 100 gemäß einer Ausführungsform. Die Steuereinrichtung 10 empfängt Eingaben über verschiedene Sensoren. Die mit dem Bezugszeichen "114" bezeichnete Sensoreinheit liefert der Steuereinrichtung 10 Daten von einem Temperatursensor 115 und einem Drucksensor 116, welche sich in, an oder auf

einem Druckgasbehälter 105 befinden. Durch die Berechnung der Temperatur- und Druckdaten kann die Steuereinrichtung 10 eine präzisere Wiederbefüllung in Reaktion auf einen temperaturabhängigen Druckanstieg in dem Druckgasbehälter 105 bewirken. Darüber hinaus ermöglicht es der Drucksensor 116 der Steuereinrichtung 10, eine Druckabsenkung in dem Druckgasbehälter 105 zu erfassen, was eine Auslösebedingung für den Beginn der Wiederbefüllung sein kann.

[0156] Der Sauerstoffsensor 117 liefert Werte einer Sauerstoffkonzentrationsmessung in dem umschlossenen Bereich 107a, 107b an die Steuereinrichtung 10, wodurch eine Steuerung der Aktivierung oder Deaktivierung des Gasseparationssystems 102 und/oder des vorgeschalteten Kompressorsystems 101 in Abhängigkeit von der aktuellen Sauerstoffkonzentration ermöglicht wird.

[0157] Auch kann eine optionale Brandmelderzentrale 121 mit der Steuereinrichtung 10 verbunden sein, um einen Feueralarmmodus der Steuereinrichtung 10 auszulösen, wobei der Feueralarmmodus beispielsweise das Auslösen des Löschmodus der Sauerstoffreduzierungsanlage umfasst. Der Löschmodus umfasst das Absenken der Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich 107a, 107b auf ein Grund- oder Vollinertisierungsniveau. Ein Brandmelder 118, der in diesem Fall ein Ansaugrauchmelder ist, um eine früheste Detektion von Rauch in dem umschlossenen Bereich 107a, 107b zu ermöglichen, ist konfiguriert, um Alarminformationen an die Brandmelderzentrale 121 abzugeben, wenn Rauch oder ein Feuer in einem umschlossenen Bereich 107a, 107b erfasst wird. Im Falle von möglicherweise gefährlichen Zuständen, z.B. Rauch, Feuer oder kritische Sauerstoffkonzentrationen, sind die Steuereinrichtung 10 und die Brandmelderzentrale 121 zur Auslösung der Alarmierungsmittel 119 konfiguriert.

[0158] Über eine Benutzerschnittstelle 120 ist es möglich, in der Steuereinrichtung 10 verfügbare Informationen anzuzeigen, beispielsweise Status- oder Alarminformationen, und für die Steuereinrichtung 10 beabsichtigte Benutzereingaben auszuführen, beispielsweise Konfigurationseingaben. Die Steuereinrichtung 10 ist darüber hinaus mit einem stromaufwärts liegenden Kompressorsystem 101 verbunden, um dieses Kompressorsystem 101 zu aktivieren oder deaktivieren, oder um den Kompressionsgrad des stromaufwärts liegenden Kompressorsystems 101 zu erhöhen oder herabzusetzen.

[0159] Ferner ist die Steuereinrichtung 10 mit einem stromabwärts liegenden Kompressorsystem 103 verbunden, um dieses Kompressorsystem 103 zum Wiederbefüllen des Druckgasbehälters 105 zu aktivieren und um es zu deaktivieren, wenn die Wiederbefüllung abgeschlossen ist. Um die Steuereinrichtung 10 in die Lage zu versetzen, die Modi der Grundinertisierung, der raschen Absenkung der Sauerstoffkonzentration (zur Vollinertisierung) und der Wiederbefüllung zu steuern, ist die Steuereinrichtung 10 mit Ventilen 104, 106 und 109 verbunden und kann die Auf- oder Zu-Position der Ventile

104, 106 und 109 ändern.

[0160] Fig. 5b zeigt in einer gruppierten Übersicht die Komponenten der Fig. 5a sowie die Kommunikationsrichtungen zwischen der Steuereinrichtung 10 und den angeschlossenen übrigen Komponenten.

[0161] Die Steuereinrichtung 10 tauscht Signale aus mit der Sensoreinheit 114, die in diesem Ausführungsbeispiel mindestens einen Temperatursensor 115 zur Messung und/oder Überwachung der Temperatur des Druckgasspeichers 105, mindestens einen Drucksensor 116 zur Messung und/oder Überwachung des Druckes des Druckgasspeichers 105, mindestens einen Sauerstoffsensor 117 zur Messung und/oder Überwachung der Sauerstoffkonzentration in der Atmosphäre des umschlossenen Bereiches 107a, 107b sowie mindestens einen Sauerstoffsensor 122 zur Messung und/oder Überwachung der Restsauerstoffkonzentration am Ausgang des Gasseparationssystems 102 umfasst.

[0162] Die Steuereinrichtung 10 tauscht zudem Signale aus mit der Brandmelderzentrale 121, die wiederum mit mindestens einem Brandmelder 118 kommuniziert, um einen von einem Brandmelder 118 detektierten Brand z.B. an eine Leitzentrale oder die Steuereinrichtung 10 der Sauerstoffreduzierungsanlage zu melden. Die Brandmelderzentrale 121 steuert zudem Alarmierungsmittel 119a an, um Personen auf den Brandfall aufmerksam zu machen. Die Alarmierungsmittel 119a können z.B. Blitzleuchten, Leuchtfelder und/oder Hupen sein.

[0163] Die Steuereinrichtung 10 kann ebenfalls eigene bzw. zusätzliche Alarmierungsmittel 119b ansteuern, wenn beispielsweise die mit dem zumindest einen Sauerstoffsensor 117 gemessene Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich 107a, 107b eine unzulässig hohe oder unzulässig niedrige Konzentration über- bzw. unterschreitet.

[0164] Die Steuereinrichtung 10 tauscht zudem Signale aus mit der Benutzerschnittstelle 120, in dieser Figur beispielhaft als an der Steuereinrichtung 10 angebrachtes Touchpanel gezeigt. Die Benutzerschnittstelle 120 zeigt zum Beispiel einem Benutzer Konfigurations-, Status- und Alarmdaten an und ermöglicht über Benutzereingaben zum Beispiel die Einrichtung oder Anpassung der Steuerfunktionen der Steuereinrichtung 10. Beispielsweise können über die Benutzerschnittstelle 120 Schwellwerte für die Sensoren der Sensoreinheit 114 festgelegt oder geändert werden, wobei ein Unter- oder Überschreiten der Schwellwerte zu einer Meldung oder zur Ansteuerung von Alarmierungsmitteln 119b führen können.

[0165] Die Steuereinrichtung 10 tauscht zudem Signale aus mit dem Gasseparationssystem 102, schaltet dieses beispielsweise ein oder aus oder fragt den Zustand des Gasseparationssystems 102 ab. Auch die Ansteuerung der dem Gasseparationssystem 102 vor- und nachgeschalteten Kompressorsysteme 101, 103, beispielsweise das Ein- und Ausschalten oder eine gestufte oder stufenlose Erhöhung oder Reduzierung des Kompressionsgrades, erfolgt mithilfe der Steuereinrich-

tung 10.

[0166] Des Weiteren steuert die Steuereinrichtung 10 die Ventile der ersten, zweiten und dritten Ventilanordnungen 104, 106 und 109 an, beispielsweise öffnet oder schließt sie die Ventile, um wahlweise strömungsmäßige Verbindungen zwischen dem Gasseparationssystem 102, dem Druckgasspeicher 105 und dem umschlossenen Bereich 107a, 107b herzustellen oder zu trennen.

[0167] FIG. 6 zeigt ein Ablaufdiagramm einer exemplarischen Steuersequenz zum Steuern einer Sauerstoffreduzierungsanlage, wie sie beispielsweise in FIG. 1 gezeigt ist.

[0168] Der linke Zweig von FIG. 6 zeigt eine Sequenz zum Erstabensen und/oder zum Aufrechterhalten einer sauerstoffreduzierten Konzentration in den umschlossenen Bereichen 107a, 107b (Modus "Grundinertisierung"). Der rechte Zweig von FIG. 6 zeigt eine Sequenz zur Branddetektion, Brandlöschung (Modus "Vollinertisierung") und Wiederbefüllung der Druckgasbehälter 105a bis 105d.

[0169] Beide Sequenzen sind beispielhaft für den umschlossenen Bereich 107a gezeigt. Für den umschlossenen Bereich 107b sind selbstverständlich auch solche Sequenzen denkbar. Beide Sequenzen, die im linken und rechten Zweig der FIG. 6 gezeigt sind, können einzeln oder parallel stattfinden.

[0170] Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich auf den linken Zweig der FIG. 6 (Modus "Grundinertisierung"):

Während des Betriebs der Sauerstoffreduzierungsanlage wird die Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich 107a, 107b kontinuierlich gemessen und die Messdaten an die Steuereinrichtung 10 abgegeben. Wenn eine vorgegebene maximale Sauerstoffkonzentration erreicht wird, öffnet die Steuereinrichtung 10 das Ventil 109a und startet das stromaufwärtige, also dem Gasseparationssystem 102 vorgeschaltete Kompressorsystem 101 sowie das Gasseparationssystem 102, um dem umschlossenen Bereich 107a ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch zuzuführen. Sobald eine vorgegebene Mindestkonzentration an Sauerstoff erreicht ist, stoppt die Steuereinrichtung 10 das stromaufwärts liegende bzw. vorgeschaltete Kompressorsystem 101 und das Gasseparationssystem 102 und schließt das Ventil 109a.

[0171] Da die Sauerstoffkonzentration aufgrund von Leckagen in den umschlossenen Bereichen 107a, 107b in natürlicher Weise ansteigt, wird sie früher oder später eine maximale Konzentration erreichen, so dass ein Neustart des vorgeschalteten Kompressorsystems 101 und des Gasseparationssystems 102 ausgelöst wird.

[0172] Die Mindest- und Höchstkonzentration können individuell festgelegt und in der Steuereinrichtung 10 gespeichert werden. Eine beispielhafte Mindestkonzentration könnte 17,0 Vol.-% betragen, und eine beispielhafte maximale Konzentration könnte 17,4 Vol.-% betragen, was einem typischen Grundinertisierungsbereich

entsprechen würde.

[0173] Ein weiteres Beispiel umfasst untere und obere Grenzwerte bei 14,0 Vol.-% und 14,4 Vol.-%, was einem typischen Vollinertisierungsbereich entsprechen würde. Die Mindest- und Höchstkonzentrationen können auch variabel für einen Tag- und einen Nachtmodus definiert werden, wobei der Tagmodus eine Zeit mit hohem menschlichen Verkehr in dem umschlossenen Bereich darstellt, wofür eine höhere Sauerstoffkonzentration erforderlich ist, und wobei der Nachtmodus eine Zeit repräsentiert, in der nur wenige oder keine Menschen in den umschlossenen Bereich gelangen, was eine geringere Sauerstoffkonzentration ermöglichen würde, um die Effizienz des Brandschutzes zu erhöhen.

[0174] Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich auf den rechten Zweig der FIG. 6, welcher die Wechselwirkung zwischen der Branddetektion, der Feuerlöschung (Modus "Vollinertisierung") und dem Wiederbefüllen zeigt:

Die Branddetektion könnte mit Ansaugrauchmeldern realisiert werden, wodurch eine sehr sinnvolle, zuverlässige und optisch ansprechende Brandmeldeanlage realisierbar ist. Wenn ein Brand in dem umschlossenen Bereich 107a erfasst wird, wird das Erfassungssignal von der Brandmelderzentrale 121 an die Steuereinrichtung 10 übertragen. Infolgedessen öffnet die Steuereinrichtung 10 das Ventil 106a und löst die Druckgasbehälter 105a bis 105d aus, um über eine Sammelleitung 111 und das Ventil 106a entladen zu werden, so dass das in den Druckgasbehältern 105a bis 105d gespeicherte, sauerstoffreduzierte Gasgemisch schnell in den umschlossenen Bereich 107a eintritt und dadurch das Feuer auslöscht.

[0175] Sobald die Sauerstoffkonzentration im umschlossenen Bereich 107a ein Minimum erreicht, wird der Lösch- bzw. Vollinertisierungsmodus durch Schließen des Ventils 106a beendet. Automatisch oder manuell beginnt die Wiederbefüllung mit dem Öffnen des Ventils 104 und dem Starten des nachgeschalteten bzw. stromabwärtsliegenden Kompressorsystems 103.

[0176] Der Behälterdruck wird kontinuierlich gemessen und die Messdaten werden der Steuereinrichtung 10 zugeführt. Die Druckgasbehälter 105a bis 105d werden nachgefüllt, bis der Druck ein vorgegebenes Maximum erreicht. In einer bevorzugten Ausführungsform unterliegen die Druckmessungen einer Temperaturkompensation. Dies geschieht sowohl durch Messen von Druck als auch durch Messen von Temperatur in den Druckgasbehältern 105a bis 105d und durch Berechnen eines normierten Drucks in Übereinstimmung mit thermodynamischen Formeln. Der Mindest- und Maximaldruck können individuell festgelegt und in der Steuereinrichtung 10 gespeichert werden.

[0177] Die Wiederbefüllung wird durch Stoppen des nachgeschalteten bzw. stromabwärts liegenden Kompressorsystems 103 und durch Schließen des Ventils 104 durch die Steuervorrichtung 10 vervollständigt. Das System kehrt dann in einen Modus zurück, in wel-

chem das System sensitiv auf für die umschlossenen Bereiche 107a, 107b abgegebene Feueralarmsignale ist, also in eine Bereitschaft für eine weitere Schnellabsenkung bzw. Vollinertisierung im Falle einer Rückzündung oder eines erneuten Brandes zurückkehrt.

[0178] Die Erfindung ist nicht auf die in den Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsformen der Sauerstoffreduzierungsanlage 100 beschränkt, sondern ergibt sich aus einer Zusammenschau sämtlicher hierin offenbarer Merkmale.

[0179] Insbesondere ist es in diesem Zusammenhang auch denkbar, wenn unmittelbar am Auslass des Gasseparationssystems noch ein Zwischenspeicher vorgesehen ist, um das am Auslass des Gasseparationssystems bereitgestellte, sauerstoffreduzierte Gasgemisch zwischenzuspeichern.

[0180] Gemäß bevorzugten Realisierungen der Sauerstoffreduzierungsanlage 100 ist vorgesehen, ein ohnehin stationär vorhandenes Gasseparationssystem (Stickstoffherzeuger) zu nutzen und den benötigten zusätzlichen nachgeschalteten Hochdruckkompressor (Kompressorsystem 103) ebenfalls stationär vorzuhalten oder mobil bereitzustellen.

[0181] Sollte sich hingegen die Investition in die zusätzliche Struktur (Hochdruckleitungen für die Befüllung, Ventile etc.) bei bestimmten Anwendungen nicht lohnen, ist eine gänzlich mobile Variante (Gasseparationssystem 102, beide Kompressorsysteme 101, 103) von Vorteil.

[0182] In einer Alternative könnte ein stationäres Gasseparationssystem von einem mobilen Gasseparationssystem unterstützt werden, weil sonst das stationäre Gasseparationssystem nur für eine mögliche Wiederbefüllung größer ausgelegt werden müsste, um die nötige Lieferleistung zu erzeugen. Die Möglichkeit, zwei stationäre Gasseparationssysteme vorzusehen (eines zum Haltenfluten, eines zum Wiederbefüllen), ist ebenfalls grundsätzlich denkbar.

[0183] Ist (nur) ein insbesondere stationäres Gasseparationssystem vorhanden, ist es von Vorteil, wenn die Stickstoffkonzentration des am Auslass des Gasseparationssystems bereitstellbaren, sauerstoffreduzierten Gasgemisches umschaltbar ist. Hinsichtlich optimaler Lieferbedingungen hat sich eine Einleitung in den Raum bei einer Stickstoffkonzentration von ca. 95 Vol.-% herausgestellt, für die Befüllung sind aber mindestens 98 Vol.-%, bevorzugt mindestens 99 Vol.-% wünschenswert, um die Anzahl der Gasdruckbehälter zu optimieren.

[0184] Neben dem Druck des in dem Druckgasspeicher gespeicherten Gases (Flaschendruck) ist es von Vorteil, die Temperatur des Druckgasspeichers (Flaschentemperatur) zu überwachen. Dies dient nicht nur der temperaturkompensierten Druckmessung bzw. Befüllung, sondern bei Überschreiten einer Maximaltemperatur wird die Befüllung unterbrochen, um die Flaschenventile zu schützen. Die Temperaturmessung kann über beispielsweise magnetische Thermoelemente an der Außenwand der Flaschen durchgeführt werden. Bevorzugt wird die Temperatur an mindestens zwei Stellen des

Druckgasspeichers gemessen, nämlich an der kältesten und an der wärmsten Stelle. Die kälteste und die wärmste Stelle können zuvor durch Versuche ermittelt oder anhand der Umgebungsbedingungen, z.B. anhand kühler Wandflächen oder Heizungskörpern, abgeschätzt werden. Die Temperatur an der kältesten Stelle dient dann der temperaturkompensierten Druckmessung bzw. Befüllung, während die Messung an der wärmsten Stelle das Überschreiten einer für die Behälterventile möglicherweise schädlichen Maximaltemperatur verhindern soll.

[0185] Des Weiteren ist es von Vorteil, wenn der Restsauerstoffgehalt am Auslass des Gasseparationssystems überwacht wird, um im Falle einer unzulässig niedrigen Stickstoffkonzentration die stickstoffreduzierte Luft nicht in den Druckgasspeicher, sondern nach außen oder in den umschlossenen Bereich abzuleiten, damit die geforderte Reinheit gewährleistet wird.

Bezugszeichenliste

[0186]

10	Steuereinrichtung	
100	Sauerstoffreduzierungsanlage	25
101	vorgeschaltetes Kompressorsystem	
102	Gasseparationssystem	
103	nachgeschaltetes Kompressorsystem	
104	erste Ventilanordnung	
105	Druckgasspeicher	30
105a-g	Druckgasbehälter	
106, 106a-d	dritte Ventilanordnung bzw. Ventile der dritten Ventilanordnung	
107, 107a,b	umschlossener Bereich	
108	Behälterventil	35
109, 109a,b	zweite Ventilanordnung bzw. Ventile der zweiten Ventilanordnung	
110	erste Sammelleitung	
111	zweite Sammelleitung	
112	Rückflussverhinderer	40
113	Verbinderstück	
114	Sensoreinheit	
115	Temperatursensor	
116	Drucksensor	
117	Sauerstoffsensoren (Bereich)	45
118	Brandmelder	
119a, 119b	Alarmierungsmittel	
120	Benutzerschnittstelle	
121	Brandmelderzentrale	
122	Sauerstoffsensoren (Gasseparationssystem)	50

Patentansprüche

1. Sauerstoffreduzierungsanlage (100), welche folgendes aufweist:
 - wenigstens ein Gasseparationssystem (102)

zum bedarfsweisen Bereitstellen eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches an einem Auslass des Gasseparationssystems (102), wobei das Gasseparationssystem (102) insbesondere als ein mobiles System ausgebildet ist, welches bedarfsweise von der Sauerstoffreduzierungsanlage (100) entfernbar ist;

- einen Druckgasspeicher (105; 105a-g), insbesondere in Gestalt eines oder mehrerer Druckgasbehälter, zum Speichern eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches oder Inertgases in komprimierter Form; und
- ein Ventilsystem,

wobei der Druckgasspeicher (105; 105a-g) über ein Leitungssystem mit mindestens einem umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) strömungsmäßig verbunden oder verbindbar ist zum bedarfsweisen Zuführen von mindestens einem Teil des in dem Druckgasspeicher (105; 105a-g) gespeicherten Gasgemisches bzw. Inertgases zu dem mindestens einen umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b);

wobei der Auslass des Gasseparationssystems (102) wahlweise mit einem Einlass des Druckgasspeichers (105; 105a-g) und/oder mit dem mindestens einen umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) strömungsmäßig verbunden oder verbindbar ist zum bedarfsweisen Zuführen des am Auslass des Gasseparationssystems (102) bereitgestellten Gasgemisches zu dem Druckgasspeicher (105; 105a-g) und/oder zu dem mindestens einen umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b),

dadurch gekennzeichnet, dass

die Sauerstoffreduzierungsanlage (100) ferner eine Sensoreinheit (114) aufweist zur Koordination der Bereitstellung des sauerstoffreduzierten Gasgemisches an dem Auslass des Gasseparationssystems (102) und zur Koordination der Zuführung des an dem Auslass des Gasseparationssystems (102) bereitgestellten sauerstoffreduzierten Gasgemisches zu dem Druckgasspeicher (105; 105a-g), und dass die Sauerstoffreduzierungsanlage (100) ferner eine mit der Sensoreinheit (114) verbundene Steuereinrichtung (10) aufweist zum vorzugsweise koordinierten Ansteuern von ansteuerbaren Komponenten der Sauerstoffreduzierungsanlage (100), wobei die Steuereinrichtung (10) ausgebildet ist, das Ventilsystem der Sauerstoffreduzierungsanlage (100) derart anzu-steuern, dass der Auslass des Gasseparationssystems (102) nur dann mit dem Einlass des Druckgasspeichers (105; 105a-g) strömungsmäßig verbunden ist, wenn keine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Auslass des Druckgasspeichers (105; 105a-g) und dem mindestens einen umschlossenen Bereich (107;

- 107a, 107b) und/oder keine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Auslass des Gasseparationssystems (102) und dem mindestens einen umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) vorliegt. 5
2. Sauerstoffreduzierungsanlage (100) nach Anspruch 1, wobei die Sensoreinheit (114) ferner ausgebildet ist zur Koordination der Zuführung des an dem Auslass des Gasseparationssystems (102) bereitgestellten sauerstoffreduzierten Gasgemisches zu dem mindestens einen umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b), und/oder zur Koordination der Zuführung des in dem Druckgasspeicher (105; 105a-g) gespeicherten sauerstoffreduzierten Gasgemisches bzw. Inertgases zu dem mindestens einen umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b). 10
3. Sauerstoffreduzierungsanlage (100) nach Anspruch 1 oder 2, 20
- welche ferner ein dem Gasseparationssystem (102) vorgeschaltetes Kompressorsystem (101) aufweist zum Komprimieren eines dem Gasseparationssystem (102) zuzuführenden Anfangsgasgemisches, wobei das dem Gasseparationssystem (102) vorgeschaltete Kompressorsystem (101) vorzugsweise als ein mobiles System ausgebildet ist, welches bedarfsweise von der Sauerstoffreduzierungsanlage (100) und/oder dem Gasseparationssystem (102) entfernbar ist; und/oder 25
- wobei ein Kompressorsystem (103) zwischen dem Auslass des Gasseparationssystems (102) und dem Einlass des Druckgasspeichers (105; 105a-g) vorgesehen ist zum bedarfsweisen Komprimieren des am Auslass des Gasseparationssystems (102) bereitgestellten und dem Druckgasspeicher (105; 105a-g) zuzuführenden sauerstoffreduzierten Gasgemisches, wobei das zwischen dem Auslass des Gasseparationssystems (102) und dem Einlass des Druckgasspeichers (105; 105a-g) vorgesehene Kompressorsystem (103) vorzugsweise als ein mobiles System ausgebildet ist, welches bedarfsweise von der Sauerstoffreduzierungsanlage (100) und/oder dem Gasseparationssystem (102) entfernbar ist. 30
4. Sauerstoffreduzierungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei ein Leitungssystem vorgesehen ist, über welches der Auslass des Gasseparationssystems (102) wahlweise mit einem Einlass des Druckgasspeichers (105; 105a-g) und/oder mit dem mindestens einen umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) strömungsmäßig verbunden oder verbindbar ist, wobei das Leitungssystem, über welches der Auslass des Gasseparationssystems (102) wahlweise mit einem Einlass des Druckgasspeichers (105; 105a-g) und/oder mit dem mindestens einen umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) strömungsmäßig verbunden oder verbindbar ist, und/oder wobei das Leitungssystem, über welches der Auslass des Gasseparationssystems (102) wahlweise mit einem Einlass des Druckgasspeichers (105; 105a-g) und/oder mit dem mindestens einen umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) strömungsmäßig verbunden oder verbindbar ist, vorzugsweise und zumindest bereichsweise als mobiles System ausgebildet ist, welches bedarfsweise von der Sauerstoffreduzierungsanlage (100) und/oder dem Gasseparationssystem (102) entfernbar ist. 35
5. Sauerstoffreduzierungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, welche ferner ein Ventilsystem mit einer ersten Ventilanordnung (104) aufweist, wobei die erste Ventilanordnung (104) ausgebildet ist zum Ausbilden und/oder Trennen einer strömungsmäßigen Verbindung zwischen dem Auslass des Gasseparationssystems (102) und dem Einlass des Druckgasspeichers (105; 105a-g). 40
6. Sauerstoffreduzierungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, welche ferner ein Ventilsystem mit einer zweiten Ventilanordnung (106; 106a-d) aufweist, wobei die zweite Ventilanordnung (106; 106a-d) ausgebildet ist zum Ausbilden und/oder Trennen einer strömungsmäßigen Verbindung zwischen einem Auslass des Druckgasspeichers (105; 105a-g) und dem mindestens einen umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b); und/oder welche ferner ein Ventilsystem mit einer dritten Ventilanordnung (109; 109a, 109b) aufweist, wobei die dritte Ventilanordnung (109; 109a, 109b) ausgebildet ist zum Ausbilden und/oder Trennen einer strömungsmäßigen Verbindung zwischen dem Auslass des Gasseparationssystems (102) und dem mindestens einen umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b), wobei das Ventilsystem vorzugsweise und zumindest teilweise als ein mobiles System ausgebildet ist, welches bedarfsweise von der Sauerstoffreduzierungsanlage (100) und/oder dem Gasseparationssystem (102) entfernbar ist. 45
7. Sauerstoffreduzierungsanlage (100) nach einem

der Ansprüche 1 bis 6,

wobei der Druckgasspeicher (105; 105a-g) mindestens einen Einlass und mindestens einen Auslass aufweist, wobei der Einlass des Druckgasspeichers (105; 105a-g) und der Auslass des Druckgasspeichers (105; 105a-g) über ein Verbinderstück (113) mit dem Inneren des Druckgasspeichers (105; 105a-g) verbunden sind, wobei das Verbinderstück (113) insbesondere als ein im Hinblick auf den mindestens einen Einlass und den mindestens einen Auslass gemeinsames Verbinderstück ausgeführt ist, und/oder wobei das Verbinderstück (113) vorzugsweise als T- oder Y-Stück ausgeführt ist, und/oder wobei das Verbinderstück (113) vorzugsweise in einem Behälterventil (108) des Druckgasspeichers (105; 105a-g) ausgebildet ist.

8. Sauerstoffreduzierungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

wobei die Sauerstoffreduzierungsanlage (100) mindestens einen dem Druckgasspeicher (105; 105a-g) zugeordneten Drucksensor (116) aufweist zum bedarfsweisen oder kontinuierlichen Erfassen eines vorzugsweise statischen und/oder dynamischen Gasdruckes des in dem Druckgasspeicher (105; 105a-g) gespeicherten sauerstoffreduzierten Gasgemisches bzw. Inertgases; und/oder wobei die Sauerstoffreduzierungsanlage (100) mindestens einen dem mindestens einen umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) zugeordneten Drucksensor aufweist zum bedarfsweisen oder kontinuierlichen Erfassen eines vorzugsweise statischen Gasdruckes in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches (107; 107a, 107b); und/oder wobei die Sauerstoffreduzierungsanlage (100) mindestens einen Drucksensor aufweist zum Erfassen eines vorzugsweise dynamischen und/statischen Gasdruckes am Einlass des Druckgasspeichers (105; 105a-g), insbesondere beim Zuführen des am Auslass des Gasseparationssystems (102) bereitgestellten Gasgemisches zu dem Druckgasspeicher (105; 105a-g); und/oder wobei die Sauerstoffreduzierungsanlage (100) mindestens einen dem Druckgasspeicher (105; 105a-g) zugeordneten Temperatursensor (115) aufweist zum bedarfsweisen oder kontinuierlichen Erfassen einer Temperatur des in dem Druckgasspeicher (105; 105a-g) gespeicherten sauerstoffreduzierten Gasgemisches bzw. Inertgases; und/oder

wobei die Sauerstoffreduzierungsanlage (100) mindestens einen dem Gasseparationssystem (102) zugeordneten Sensor (122) aufweist zum bedarfsweisen oder kontinuierlichen Erfassen einer Sauerstoffrestkonzentration in dem am Auslass des Gasseparationssystems (102) bereitgestellten sauerstoffreduzierten Gasgemisch; und/oder

wobei das wenigstens eine Gasseparationssystem (102) einen ersten Betriebsmodus, in welchem bedarfsweise ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch zu dem Druckgasspeicher (105; 105a-g) zugeführt wird, und einen zweiten Betriebsmodus, in welchem bedarfsweise ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch zu mindestens einem umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) zugeführt wird, aufweist, wobei der erste und zweite Betriebsmodus vorzugsweise durch eine Steuereinrichtung (10) und noch bevorzugter automatisch, insbesondere wahlweise automatisch, durch eine Steuereinrichtung (10) einstellbar sind; und/oder

wobei dem wenigstens einen Gasseparationssystem (102) ein vorgeschaltetes Kompressorsystem (101) zugeordnet ist, wobei das vorgeschaltete Kompressorsystem (101) einen ersten Betriebsmodus, in welchem bedarfsweise ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch zu dem Druckgasspeicher (105; 105a-g) zugeführt wird, und einen zweiten Betriebsmodus, in welchem bedarfsweise ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch zu mindestens einem umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) zugeführt wird, aufweist, wobei der erste und zweite Betriebsmodus vorzugsweise durch eine Steuereinrichtung (10) und noch bevorzugter automatisch, insbesondere wahlweise automatisch, durch eine Steuereinrichtung (10) einstellbar ist; und/oder

wobei der Auslass des Gasseparationssystems (102) über ein Ventil (104) mit einer ersten Sammelleitung (110) verbunden oder verbindbar ist, wobei die erste Sammelleitung (110) und/oder das Ventil (104) vorzugsweise als mobiles System ausgebildet sind/ist, welches bedarfsweise von der Sauerstoffreduzierungsanlage (100) und/oder dem Gasseparationssystem (102) entfernbar ist.

9. Sauerstoffreduzierungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

wobei der Druckgasspeicher (105) eine Mehrzahl von räumlich voneinander getrennten, parallel zueinander geschalteten Druckgasbehältern (105a-g) mit mindestens einem, vorzugsweise jeweils einem Behälterventil (108) aufweist,

wobei insbesondere für vorzugsweise jeden der Mehrzahl von Druckgasbehältern (105a-g) ein erster Leitungsabschnitt vorgesehen ist, über den das jeweilige Behälterventil (108) des Druckgasbehälters (105a-g) mit einer ersten Sammelleitung (110) strömungsmäßig verbunden ist, und/oder
 wobei das Behälterventil (108) eines vorzugsweise jeden der Mehrzahl von Druckgasbehältern (105a-g) jeweils über einen zweiten Leitungsabschnitt mit einer zweiten Sammelleitung (111) strömungsmäßig verbunden ist, wobei die zweite Sammelleitung (111) über ein Ventil (106, 106a-d), insbesondere Bereichsventil, mit dem mindestens einen umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) strömungsmäßig verbunden oder verbindbar ist, wobei die zweite Sammelleitung (111) und/oder das Ventil (106, 106a-d) vorzugsweise als mobiles System ausgebildet sind/ist, welches bedarfsweise von der Sauerstoffreduzierungsanlage (100) und/oder dem Gasseparationssystem (102) entfernbar ist.

10. Sauerstoffreduzierungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

wobei eine Steuereinrichtung (10) vorgesehen ist, welche ausgebildet ist, vorzugsweise automatisch und noch bevorzugter wahlweise automatisch entsprechende der Sauerstoffreduzierungsanlage (100) zugeordnete Ventilanordnungen (104, 106, 109) derart koordiniert anzusteuern, dass der Ausgang des wenigstens einen Gasseparationssystems (102) mit dem Einlass wenigstens eines Druckgasbehälters (105a-g) strömungsmäßig verbindbar ist, wenn eine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Auslass wenigstens eines weiteren Druckgasbehälters (105a-g) und dem mindestens einen umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) vorliegt, und/oder
 wobei eine Steuereinrichtung (10) vorgesehen ist, welche ausgebildet ist, vorzugsweise automatisch und noch bevorzugter wahlweise automatisch entsprechende der Sauerstoffreduzierungsanlage (100) zugeordnete Ventilanordnungen (104, 106, 109) derart koordiniert anzusteuern, dass bei Detektion eines zuvor festgelegten oder festlegbaren Minimaldrucks und/oder bei Unterschreiten eines zuvor festgelegten oder festlegbaren Minimaldrucks in wenigstens einem der Druckgasbehälter (105a-g) selektiv eine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Einlass des wenigstens einen Druckgasbehälters (105a-g) und dem Auslass des Gasseparationssystems (102) ausgebildet wird; und/oder

wobei mindestens einem Druckgasbehälter (105a-g) ein Rückflussverhinderer (112), insbesondere in Gestalt eines Rückschlagventils, zugeordnet ist zum Blockieren eines Gasflusses von einem zwischen dem Druckgasbehälter (105a-g) und dem umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) verlaufenden Leitungssystem zu dem Druckgasbehälter (105a-g); und/oder

wobei mindestens einem Druckgasbehälter (105a-g) ein Rückflussverhinderer (112), insbesondere in Gestalt eines Rückschlagventils, zugeordnet ist zum Blockieren eines Gasflusses von dem Druckgasbehälter (105a-g) zu einem zwischen dem Ausgang des wenigstens einen Gasseparationssystems (102) und dem Druckgasbehälter (105a-g) verlaufenden Leitungssystem; und/oder

wobei mindestens einer der Mehrzahl von Druckgasbehälter (105a-g) ein Behälterventil (108) mit einer vorzugsweise pneumatisch betätigbaren Schnellauslöseventilanordnung aufweist zum bedarfsweisen Ausbilden einer strömungsmäßigen Verbindung zwischen dem entsprechenden Druckgasbehälter (105a-g) und einem zwischen dem Druckgasbehälter (105a-g) und dem umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) verlaufenden Leitungssystem, wobei vorzugsweise die Ventulfunktion der Schnellauslöseventilanordnung bedarfsweise ausschaltbar ist, insbesondere dann, wenn der Auslass des Gasseparationssystems (102) mit dem Einlass des Druckgasbehälters (105a-g) verbunden ist oder zu verbinden ist; und/oder

wobei das Gasseparationssystem (102) einen ersten Gasseparator, vorzugsweise in Gestalt eines Stickstoffgenerators, und mindestens einen weiteren, zweiten Gasseparator, vorzugsweise in Gestalt eines Stickstoffgenerators, aufweist, wobei der erste Gasseparator vorzugsweise als stationär vorgesehener Gasseparator ausgeführt ist, und wobei der mindestens eine zweite Gasseparator als mobiler Gasseparator ausgeführt ist, oder wobei vorzugsweise der erste und der mindestens eine zweite Gasseparator jeweils als stationär vorgesehene Gasseparatoren ausgeführt sind, oder wobei vorzugsweise der erste und der mindestens eine zweite Gasseparator jeweils als mobile Gasseparatoren ausgeführt sind.

11. Sauerstoffreduzierungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

wobei eine Sensoreinrichtung vorgesehen ist zum Überwachen des Restsauerstoffgehalts des am Auslass des Gasseparationssystems (102) bereitgestellten, sauerstoffreduzierte

Gasgemisches; wobei vorzugsweise eine Steuereinrichtung (10) vorgesehen ist, welche ausgebildet ist, das am Auslass des Gasseparationssystems (102) bereitgestellte, sauerstoffreduzierte Gasgemisch nur dann dem Druckgasspeicher (105; 105a-g) zuzuführen, wenn der Restsauerstoffgehalt des am Auslass des Gasseparationssystems (102) bereitgestellten, sauerstoffreduzierten Gasgemisches einen vorab festgelegten oder festlegbaren Schwellwert nicht überschreitet; und/oder wobei die Stickstoffkonzentration des am Auslass des Gasseparationssystems (102) bereitgestellten, sauerstoffreduzierten Gasgemisches zwischen mindestens zwei vorab festgelegten oder festlegbaren Werten umschaltbar ist, wobei vorzugsweise das Gasseparationssystem (102) ausgebildet ist, am Auslass des Gasseparationssystems (102) ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch mit einer ersten Stickstoffkonzentration bereitzustellen, wenn das am Auslass des Gasseparationssystems (102) bereitgestellte sauerstoffreduzierte Gasgemisch dem mindestens einen umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) zuzuführen ist, und am Auslass des Gasseparationssystems (102) ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch mit einer zweiten Stickstoffkonzentration bereitzustellen, wenn das am Auslass des Gasseparationssystems (102) bereitgestellte sauerstoffreduzierte Gasgemisch dem Druckgasspeicher (105; 105a-g) zuzuführen ist, und wobei vorzugsweise die erste Stickstoffkonzentration niedriger als die zweite Stickstoffkonzentration ist, und/oder wobei vorzugsweise die zweite Stickstoffkonzentration mindestens 99 Vol.-% beträgt.

12. Verfahren zum Betreiben einer Sauerstoffreduzierungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei das Verfahren die folgenden Verfahrensschritte aufweist:

- i) in einem Druckgasspeicher (105; 105a-g) wird ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch oder Inertgas in komprimierter Form gespeichert;
- ii) zum raschen Reduzieren des Sauerstoffgehaltes in der Raumatmosphäre eines umschlossenen Bereiches (107; 107a; 107b) wird zumindest ein Teil des in dem Druckgasspeicher (105; 105a-g) in komprimierter Form gespeicherten Gasgemisches oder Inertgases dem umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) zugeführt, und zwar indem der Druckgasspeicher (105; 105a-g) mit dem umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) strömungsmäßig verbunden wird;
- iii) zum Halten eines reduzierten Sauerstoffgehaltes und/oder zum Reduzieren des Sauerstoffgehaltes in der Raumatmosphäre des um-

schlossenen Bereiches wird ein an einem Auslass eines Gasseparationssystems (102) bereitgestelltes, sauerstoffreduziertes Gasgemisch in geregelter Weise dem umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) zugeführt, und zwar indem der Auslass des Gasseparationssystems (102) mit dem umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) strömungsmäßig verbunden wird; wobei nach dem Verfahrensschritt ii) und vorzugsweise parallel zum Verfahrensschritt iii) zumindest teilweise eine Wiederbefüllung des Druckgasspeichers (105; 105a-g) oder eine Wiederbefüllung mindestens eines Druckgasbehälters (105a-g) des Druckgasspeichers (105) stattfindet, und zwar indem der Auslass des Gasseparationssystems (102) bzw. des mindestens einen Druckgasbehälters (105a-g) des Druckgasspeichers (105) mit dem Druckgasspeicher (105; 105a-g) strömungsmäßig verbunden wird; und wobei mit Hilfe einer Sensoreinheit (114) die Bereitstellung des sauerstoffreduzierten Gasgemisches an dem Auslass des Gasseparationssystems (102) und die Zuführung des an dem Auslass des Gasseparationssystems (102) bereitgestellten sauerstoffreduzierten Gasgemisches zu dem Druckgasspeicher (105; 105a-g) koordiniert werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12,

wobei mit Hilfe einer Sensoreinheit (114) ferner die Zuführung des an dem Auslass des Gasseparationssystems (102) bereitgestellten sauerstoffreduzierten Gasgemisches zu dem mindestens einen umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b), und/oder die Zuführung des in dem Druckgasspeicher (105; 105a-g) gespeicherten sauerstoffreduzierten Gasgemisches bzw. Inertgases zu dem mindestens einen umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) koordiniert wird/werden; und/oder wobei vorzugsweise kontinuierlich oder zu vorgegebenen Zeiten oder Ereignissen der umschlossene Bereich (107; 107a; 107b) im Hinblick auf das Auftreten mindestens einer Brandkenngroße überwacht wird, und wobei zumindest der Verfahrensschritt ii) vorzugsweise automatisch initiiert werden, sobald mindestens eine Brandkenngroße erfasst wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13,

wobei im Verfahrensschritt ii) zumindest ein Teil des in dem Druckgasspeicher (105; 105a-g) in komprimierter Form gespeicherten Gasgemisches oder Inertgases dem umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) derart zugeführt wird,

dass die Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) einen insbesondere in Abhängigkeit von der Brandlast des umschlossenen Bereiches (107; 107a, 107b) vorab festgelegten oder festlegbaren ersten Wert nicht unterschreitet und einen ebenfalls vorab festgelegten oder festlegbaren zweiten Wert nicht überschreitet, wobei der zweite Wert vorzugsweise kleiner als der Wert der Sauerstoffkonzentration in der normalen Atmosphäre und vorzugsweise größer als der erste Wert ist, wobei vorzugsweise im Verfahrensschritt iii) das an dem Auslass des Gasseparationssystems (102) bereitgestellte, sauerstoffreduzierte Gasgemisch in geregelter Weise derart dem umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) zugeführt wird, dass die Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) den vorab festgelegten oder festlegbaren ersten Wert nicht unterschreitet und den vorab festgelegten oder festlegbaren zweiten Wert nicht überschreitet; und/oder wobei vorzugsweise die ersten und zweiten vorab festgelegten oder festlegbaren Werten unteren und oberen Grenzwerten eines Grundinertisierungsniveaus des umschlossenen Bereiches (107; 107a, 107b) entsprechen.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14,

wobei im Verfahrensschritt iii) das an dem Auslass des Gasseparationssystems (102) bereitgestellte, sauerstoffreduzierte Gasgemisch in geregelter Weise nur dann dem umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) zugeführt wird, wenn während oder nach dem raschen Reduzieren des Sauerstoffgehaltes in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches (107; 107a; 107b) im Verfahrensschritt ii) vorzugsweise automatisch, insbesondere mit Hilfe von mindestens einem Brandmelder, und/oder manuell, insbesondere durch Betätigung eines entsprechenden Schalters, verifiziert wird, dass in dem umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) kein Brand vorliegt; und/oder wobei automatisch, insbesondere mit Hilfe von mindestens einem Brandmelder, und/oder manuell, insbesondere durch Betätigung eines entsprechenden Schalters, verifiziert wird, dass nach dem raschen Reduzieren des Sauerstoffgehaltes in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches (107; 107a; 107b) ein in dem umschlossenen Bereich (107; 107a; 107b) ausgebrochenes Feuer nicht oder nicht hinreichend unterdrückt wurde, und wobei das Verfahren ferner folgenden Verfahrensschritt nach dem Verfahrensschritt iii) aufweist: iv) der Sauerstoffgehalt in der Raumatmosphäre

des umschlossenen Bereiches (107; 107a; 107b) wird weiter reduziert, und zwar indem zumindest ein Teil des in dem Druckgasspeicher (105; 105a-g) in komprimierter Form gespeicherten Gasgemisches oder Inertgases dem umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) zugeführt, und zwar indem der Druckgasspeicher (105; 105a-g) oder mindestens ein Druckgasbehälter (105a-g) des Druckgasspeichers (105) mit dem umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) strömungsmäßig verbunden wird., wobei vorzugsweise im Verfahrensschritt iv) der Sauerstoffgehalt in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches (107; 107a; 107b) so lange weiter reduziert wird, bis die Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich (107; 107a; 107b) eine vorab festgelegte oder festlegbare Zielkonzentration erreicht, welche einer Stickstoffkonzentration entspricht, die mindestens gleich groß wie eine von der Brandlast des umschlossenen Raumes abhängige Löschgaskonzentration ist., wobei vorzugsweise die vorab festgelegte oder festlegbare Sauerstoff-Zielkonzentration in dem umschlossenen Bereich (107; 107a; 107b) einem Vollinertisierungsniveau entspricht, wobei vorzugsweise ferner der folgende Verfahrensschritt nach dem Verfahrensschritt iv) vorgesehen ist:

v) Aufrechterhalten der vorab festgelegten oder festlegbaren Sauerstoff-Zielkonzentration in dem umschlossenen Bereich (107; 107a; 107b), und zwar indem ein an dem Auslass des Gasseparationssystems (102) bereitgestelltes, sauerstoffreduziertes Gasgemisch in geregelter Weise dem umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) zugeführt wird, und zwar indem der Auslass des Gasseparationssystems (102) mit dem umschlossenen Bereich (107; 107a, 107b) strömungsmäßig verbunden wird, wobei vorzugsweise nach dem Verfahrensschritt iv) und vorzugsweise parallel zum Verfahrensschritt v) zumindest teilweise eine Wiederbefüllung des Druckgasspeichers (105; 105a-g) oder eine Wiederbefüllung von mindestens einem Druckgasbehälter (105a-g) des Druckgasspeichers (105) stattfindet, und zwar indem der Auslass des Gasseparationssystems (102) mit dem Druckgasspeicher (105; 105a-g) bzw. mit dem mindestens einen Druckgasbehälter (105a-g) des Druckgasspeichers (105) strömungsmäßig verbunden wird.

Claims

1. An oxygen reduction plant (100) which has the following:

- at least one gas separation system (102) for providing, as required, an oxygen-reduced gas mixture at an outlet of the gas separation system (102), wherein the gas separation system (102) is in particular designed as a mobile system which can be removed, as required, from the oxygen reduction plant (100);
- a compressed gas store (105; 105a-g), in particular in the form of one or more compressed gas containers, for storing an oxygen-reduced gas mixture or inert gas in compressed form; and
- a valve system;

wherein the compressed gas store (105; 105a-g) is or can be fluidically connected, via a line system, to at least one enclosed region (107; 107a, 107b) in order to supply, as required, at least a part of the gas mixture or, respectively inert gas stored in the compressed gas store (105; 105a-g) to the at least one enclosed region (107; 107a, 107b),

wherein the outlet of the gas separation system (102) is or can be optionally fluidically connected to an inlet of the compressed gas store (105; 105a-g) and/or to the at least one enclosed region (107; 107a, 107b) in order to supply, as required, the gas mixture provided at the outlet of the gas separation system (102) to the compressed gas store (105; 105a-g) and/or to the at least one enclosed region (107; 107a, 107b),

characterized in that

the oxygen reduction plant (100) further has a sensor unit (114) in order to coordinate the provision of the oxygen-reduced gas mixture at the outlet of the gas separation system (102) and in order to coordinate the supply of the oxygen-reduced gas mixture provided at the outlet of the gas separation system (102) to the compressed gas store (105; 105a-g), and **in that** the oxygen reduction plant (100) further has a control device (10) connected to the sensor unit (114) in order to preferably actuate actuable components of the oxygen reduction plant (100) in a coordinated manner, wherein the control device (10) is designed to actuate the valve system of the oxygen reduction plant (100) in such a way that the outlet of the gas separation system (102) is only then fluidically connected to the inlet of the compressed gas store (105; 105a-g) when there is no fluidic connection between the outlet of the compressed gas store (105; 105a-g) and the at least one enclosed region (107; 107a, 107b) and/or there is no fluidic connection between the

outlet of the gas separation system (102) and the at least one enclosed region (107; 107a, 107b).

2. The oxygen reduction plant (100) according to Claim 1, wherein the sensor unit (114) is further designed to coordinate the supply of the oxygen-reduced gas mixture provided at the outlet of the gas separation system (102) to the at least one enclosed region (107; 107a, 107b), and/or to coordinate the supply of the oxygen-reduced gas mixture or, respectively inert gas stored in the compressed gas store (105; 105a-g) to the at least one enclosed region (107; 107a, 107b).

3. The oxygen reduction plant (100) according to Claim 1 or 2,

which further has a compressor system (101) upstream of the gas separation system (102) in order to compress an initial gas mixture to be supplied to the gas separation system (102), wherein the compressor system (101) upstream of the gas separation system (102) is preferably designed as a mobile system which can be removed, as required, from the oxygen reduction plant (100) and/or the gas separation system (102);

and/or

wherein a compressor system (103) is provided between the outlet of the gas separation system (102) and the inlet of the compressed gas store (105; 105a-g) in order to compress, as required, the oxygen-reduced gas mixture provided at the outlet of the gas separation system (102) and to be supplied to the compressed gas store (105; 105a-g), wherein the compressor system (103) provided between the outlet of the gas separation system (102) and the inlet of the compressed gas store (105; 105a-g) is preferably designed as a mobile system which can be removed, as required, from the oxygen reduction plant (100) and/or the gas separation system (102).

4. The oxygen reduction plant (100) according to any one of Claims 1 to 3, wherein a line system is provided, via which the outlet of the gas separation system (102) is or can be optionally fluidically connected to an inlet of the compressed gas store (105; 105a-g) and/or to the at least one enclosed region (107; 107a, 107b), wherein the line system, via which the outlet of the gas separation system (102) is or can be optionally fluidically connected to an inlet of the compressed gas store (105; 105a-g) and/or to the at least one enclosed region (107; 107a, 107b), preferably coincides at least in certain regions with the

line system, via which the compressed gas store (105; 105a-g) is or can be fluidically connected to the at least one enclosed region (107; 107a, 107b), and/or wherein the line system, via which the outlet of the gas separation system (102) is or can be optionally fluidically connected to an inlet of the compressed gas store (105; 105a-g) and/or to the at least one enclosed region (107; 107a, 107b), is preferably designed at least in certain regions as a mobile system which can be removed, as required, from the oxygen reduction plant (100) and/or the gas separation system (102).

5. The oxygen reduction plant (100) according to any one of Claims 1 to 4, which further has a valve system having a first valve arrangement (104), wherein the first valve arrangement (104) is designed to form and/or separate a fluidic connection between the outlet of the gas separation system (102) and the inlet of the compressed gas store (105; 105a-g).

6. The oxygen reduction plant (100) according to any one of Claims 1 to 5,

which further has a valve system having a second valve arrangement (106; 106a-d), wherein the second valve arrangement (106; 106a-d) is designed to form and/or separate a fluidic connection between an outlet of the compressed gas store (105; 105a-g) and the at least one enclosed region (107; 107a, 107b);

and/or

which further has a valve system having a third valve arrangement (109; 109a, 109b), wherein the third valve arrangement (109; 109a, 109b) is designed to form and/or separate a fluidic connection between the outlet of the gas separation system (102) and the at least one enclosed region (107; 107a, 107b),

wherein the valve system is preferably and at least partially designed as a mobile system which can be removed, as required, from the oxygen reduction plant (100) and/or the gas separation system (102).

7. The oxygen reduction plant (100) according to any one of Claims 1 to 6,

wherein the compressed gas store (105; 105a-g) has at least one inlet and at least one outlet, wherein the inlet of the compressed gas store (105; 105a-g) and the outlet of the compressed gas store (105; 105a-g) are connected via a connector piece (113) to the interior of the compressed gas store (105; 105a-g),

wherein the connector piece (113) is in particular configured as a common connector piece with respect to the at least one inlet and the at least

one outlet, and/or wherein the connector piece (113) is preferably configured as a T-piece or a Y-piece, and/or

wherein the connector piece (113) is preferably designed in a container valve (108) of the compressed gas store (105; 105a-g).

8. The oxygen reduction plant (100) according to any one of Claims 1 to 7,

wherein the oxygen reduction plant (100) has at least one pressure sensor (116) allocated to the compressed gas store (105; 105a-g) in order to capture, as required or continually, a preferably static and/or dynamic gas pressure of the oxygen-reduced gas mixture or, respectively inert gas stored in the compressed gas store (105; 105a-g); and/or

wherein the oxygen reduction plant (100) has at least one pressure sensor allocated to the at least one enclosed region (107; 107a, 107b) in order to capture, as required or continually, a preferably static gas pressure in the spatial atmosphere of the enclosed region (107; 107a, 107b); and/or

wherein the oxygen reduction plant (100) has at least one pressure sensor in order to capture a preferably dynamic and/or static gas pressure at the inlet of the compressed gas store (105; 105a-g), in particular when the gas mixture provided at the outlet of the gas separation system (102) is supplied to the compressed gas store (105; 105a-g); and/or

wherein the oxygen reduction plant (100) has at least one temperature sensor (115) allocated to the compressed gas store (105; 105a-g) in order to capture, as required or continually, a temperature of the oxygen-reduced gas mixture or, respectively inert gas stored in the compressed gas store (105; 105a-g); and/or

wherein the oxygen reduction plant (100) has at least one sensor (122) allocated to the gas separation system (102) in order to capture, as required or continually, a residual oxygen concentration in the oxygen-reduced gas mixture provided at the outlet of the gas separation system (102); and/or

wherein the at least one gas separation system (102) has a first operating mode, in which an oxygen-reduced gas mixture is supplied, as required, to the compressed gas store (105; 105a-g), and a second operating mode, in which an oxygen-reduced gas mixture is supplied, as required, to at least one enclosed region (107; 107a, 107b), wherein the first and second operating modes can preferably be set by a control device (10) and, even more preferably, automatically, in particular optionally automatically, by a

control device (10); and/or
 wherein an upstream compressor system (101)
 is allocated to the at least one gas separation
 system (102), wherein the upstream compres- 5
 sor system (101) has a first operating mode, in
 which an oxygen-reduced gas mixture is sup-
 plied, as required, to the compressed gas store
 (105; 105a-g), and a second operating mode, in
 which an oxygen-reduced gas mixture is sup- 10
 plied, as required, to at least one enclosed re-
 gion (107; 107a, 107b), wherein the first and
 second operating modes can preferably be set
 by a control device (10) and, even more prefer-
 ably, automatically, in particular optionally au- 15
 tomatically, by a control device (10); and/or
 wherein the outlet of the gas separation system
 (102) is or can be connected, via a valve (104), to
 a first collecting line (110), wherein the first
 collecting line (110) and/or the valve (104) is/are 20
 preferably designed as a mobile system which
 can be removed, as required, from the oxygen
 reduction plant (100) and/or the gas separation
 system (102).

9. The oxygen reduction plant (100) according to any 25
 one of Claims 1 to 8,

wherein the compressed gas store (105) has a
 plurality of spatially separated compressed gas
 containers (105a-g) connected to one another in 30
 parallel and having at least one container valve
 (108), preferably one each, wherein a first line
 section is in particular provided for preferably
 each of the plurality of compressed gas contain- 35
 ers (105a-g), via which line section the respec-
 tive container valve (108) of the compressed gas
 container (105a-g) is fluidically connected to a
 first collecting line (110), and/or wherein the
 container valve (108) of preferably each of the 40
 plurality of compressed gas containers (105a-g)
 is fluidically connected in each case, via a sec-
 ond line section, to a second collecting line (111),
 wherein the second collecting line (111) is or can
 be fluidically connected, via a valve (106, 106a- 45
 d), in particular a region valve, to the at least one
 enclosed region (107; 107a, 107b),
 wherein the second collecting line (111) and/or
 the valve (106, 106a-d) is/are preferably de- 50
 signed as a mobile system which can be re-
 moved, as required, from the oxygen reduction
 system (100) and/or the gas separation system
 (102).

10. The oxygen reduction plant (100) according to any 55
 one of Claims 1 to 9,

wherein a control device (10) is provided, which
 is designed to preferably automatically and,

even more preferably, optionally automatically
 actuate corresponding valve arrangements
 (104, 106, 109) allocated to the oxygen reduc-
 tion plant (100) in a coordinated manner in such
 a way that the outlet of the at least one gas
 separation system (102) can be fluidically con-
 nected to the inlet of at least one compressed
 gas container (105a-g) when a fluidic connec-
 tion is present between the outlet of at least one
 further compressed gas container (105a-g) and
 the at least one enclosed region (107; 107a,
 107b), and/or wherein a control device (10) is
 provided, which is designed to preferably auto-
 matically and, even more preferably, optionally
 automatically actuate corresponding valve ar-
 rangements (104, 106, 109) allocated to the
 oxygen reduction plant (100) in a coordinated
 manner in such a way that upon detection of a
 previously specified or specifiable minimum
 pressure and/or in the event of a previously
 specified or specifiable minimum pressure
 being fallen short of in at least one of the com-
 pressed gas containers (105a-g), a fluidic con-
 nection is selectively formed between the inlet of
 the at least one compressed gas container
 (105a-g) and the outlet of the gas separation
 system (102); and/or

wherein a backflow preventer (112), in particular
 in the form of a check valve, is allocated to at
 least one compressed gas container (105a-g) in
 order to block a gas flow from a line system
 running between the compressed gas container
 (105a-g) and the enclosed region (107; 107a,
 107b) to the compressed gas container (105a-
 g); and/or

wherein a backflow preventer (112), in particular
 in the form of a check valve, is allocated to at
 least one compressed gas container (105a-g) in
 order to block a gas flow from the compressed
 gas container (105a-g) to a line system running
 between the outlet of the at least one gas se-
 paration system (102) and the compressed gas
 container (105a-g); and/or

wherein at least one of the plurality of com-
 pressed gas containers (105a-g) has a contain-
 er valve (108) having a preferably pneumatically
 actuatable quick release valve arrangement for
 forming, as required, a fluidic connection be-
 tween the corresponding compressed gas con-
 tainer (105a-g) and a line system running be-
 tween the compressed gas container (105a-g)
 and the enclosed region (107; 107a, 107b),
 wherein the valve function of the quick release
 valve arrangement can preferably be switched
 off, as required, in particular when the outlet of
 the gas separation system (102) is or is to be
 connected to the inlet of the compressed gas
 container (105a-g);

and/or

wherein the gas separation system (102) has a first gas separator, preferably in the form of a nitrogen generator, and at least one further, second gas separator, preferably in the form of a nitrogen generator,

wherein the first gas separator is preferably configured as a stationary gas separator, and wherein the at least one second gas separator is configured as a mobile gas separator, or wherein the first and the at least one second gas separator are in each case preferably configured as stationary gas separators, or wherein the first and the at least one second gas separator are preferably configured in each case as mobile gas separators.

11. The oxygen reduction plant (100) according to any one of Claims 1 to 10,

wherein a sensor device is provided in order to monitor the residual oxygen content of the oxygen-reduced gas mixture provided at the outlet of the gas separation system (102), wherein a control device (10) is preferably provided, which is designed to only then supply the oxygen-reduced gas mixture provided at the outlet of the gas separation system (102) to the compressed gas store (105; 105a-g) when the residual oxygen content of the oxygen-reduced gas mixture provided at the outlet of the gas separation system (102) does not exceed a previously specified or specifiable threshold; and/or wherein the nitrogen concentration of the oxygen-reduced gas mixture which can be provided at the outlet of the gas separation system (102) can be switched over between at least two previously specified or specifiable values, wherein the gas separation system (102) is preferably designed to provide an oxygen-reduced gas mixture having a first nitrogen concentration at the outlet of the gas separation system (102) when the oxygen-reduced gas mixture provided at the outlet of the gas separation system (102) is to be supplied to the at least one enclosed region (107; 107a, 107b), and to provide an oxygen-reduced gas mixture having a second nitrogen concentration at the outlet of the gas separation system (102) when the oxygen-reduced gas mixture provided at the outlet of the gas separation system (102) is to be supplied to the compressed gas store (105; 105a-g), and wherein the first nitrogen concentration is preferably lower than the second nitrogen concentration, and/or wherein the second nitrogen concentration is preferably at least 99 % by volume.

12. A method for operating an oxygen reduction plant

(100) according to any one of Claims 1 to 11, wherein the method has the following method steps:

- i) an oxygen-reduced gas mixture or inert gas is stored in compressed form in a compressed gas store (105; 105a-g);
- ii) at least a part of the gas mixture or inert gas stored in compressed form in the compressed gas store (105; 105a-g) is supplied to the enclosed region (107; 107a, 107b) in order to quickly reduce the oxygen content in the spatial atmosphere of an enclosed region (107; 107a; 107b), and indeed in that the compressed gas store (105; 105a-g) is fluidically connected to the enclosed region (107; 107a, 107b);
- iii) an oxygen-reduced gas mixture provided at an outlet of a gas separation system (102) is supplied in a regulated manner to the enclosed region (107; 107a, 107b) in order to maintain a reduced oxygen content and/or in order to reduce the oxygen content in the spatial atmosphere of the enclosed region, and indeed in that the outlet of the gas separation system (102) is fluidically connected to the enclosed region (107; 107a, 107b);

wherein after the method step ii) and preferably parallel to the method step iii) a refilling of the compressed gas store (105; 105a-g) or a refilling of at least one compressed gas container (105a-g) of the compressed gas store (105) takes place at least partially, and indeed in that the outlet of the gas separation system (102) or, respectively of the at least one compressed gas container (105a-g) of the compressed gas store (105) is fluidically connected to the compressed gas store (105; 105a-g); and wherein the provision of the oxygen-reduced gas mixture at the outlet of the gas separation system (102) and the supply of the oxygen-reduced gas mixture provided at the outlet of the gas separation system (102) to the compressed gas store (105; 105a-g) are coordinated with the aid of a sensor unit (114).

13. The method according to Claim 12, wherein the supply of the oxygen-reduced gas mixture provided at the outlet of the gas separation system (102) to the at least one enclosed region (107; 107a, 107b), and/or the supply of the oxygen-reduced gas mixture or, respectively inert gas stored in the compressed gas store (105; 105a-g) to the at least one enclosed region (107; 107a, 107b) is/are further coordinated with the aid of a sensor unit (114); and/or wherein the enclosed region (107; 107a; 107b) is preferably monitored continually or at predefined

times or events with respect to the occurrence of at least one fire characteristic, and wherein at least the method step ii) is preferably automatically initiated as soon as at least one fire characteristic is captured.

14. The method according to Claim 12 or 13,

wherein in the method step ii) at least a part of the gas mixture or inert gas stored in compressed form in the compressed gas store (105; 105a-g) is supplied to the enclosed region (107; 107a, 107b) in such a way that the oxygen concentration in the enclosed region (107; 107a, 107b) does not fall short of a previously specified or specifiable first value in particular as a function of the fire load of the enclosed region (107; 107a, 107b) and does not exceed a likewise previously specified or specifiable second value, wherein the second value is preferably less than the value of the oxygen concentration in the normal atmosphere and preferably greater than the first value,

wherein preferably in the method step iii) the oxygen-reduced gas mixture provided at the outlet of the gas separation system (102) is supplied in a regulated manner to the enclosed region (107; 107a, 107b) in such a way that the oxygen concentration in the enclosed region (107; 107a, 107b) does not fall short of the previously specified or specifiable first value and does not exceed the previously specified or specifiable second value; and/or

wherein the first and second previously specified or specifiable values preferably correspond to lower and upper limit values of a base inertization level of the enclosed region (107; 107a, 107b).

15. The method according to any one of Claims 12 to 14,

wherein in the method step iii) the oxygen-reduced gas mixture provided at the outlet of the gas separation system (102) is only then supplied in a regulated manner to the enclosed region (107; 107a, 107b) when during or after the rapid reduction of the oxygen content in the spatial atmosphere of the enclosed region (107; 107a; 107b) in the method step ii) it is preferably automatically verified, in particular with the aid of at least one fire detector, and/or manually verified, in particular by actuation of a corresponding switch, that no fire is present in the enclosed region (107; 107a, 107b); and/or

wherein it is automatically verified, in particular with the aid of at least one fire detector, and/or manually verified, in particular by actuation of a corresponding switch that a fire having broken out in the enclosed region (107; 107a; 107b) has

not been or not sufficiently suppressed after the rapid reduction of the oxygen content in the spatial atmosphere of the enclosed region (107; 107a; 107b), and wherein the method further has the following method step after the method step iii):

iv) the oxygen content in the spatial atmosphere of the enclosed region (107; 107a; 107b) is further reduced, and indeed in that at least a part of the gas mixture or inert gas stored in compressed form in the compressed gas store (105; 105a-g) is supplied to the enclosed region (107; 107a, 107b), and indeed in that the compressed gas store (105; 105a-g) or at least one compressed gas container (105a-g) of the compressed gas store (105) is fluidically connected to the enclosed region (107; 107a, 107b),

wherein in the method step iv) the oxygen content in the spatial atmosphere of the enclosed region (107; 107a; 107b) is preferably further reduced until such time as the oxygen concentration in the enclosed region (107; 107a; 107b) reaches a previously specified or specifiable target concentration which corresponds to a nitrogen concentration which is at least the same level as an extinguishing gas concentration dependent on the fire load of the enclosed region,

wherein the previously specified or specifiable oxygen target concentration in the enclosed region (107; 107a; 107b) preferably corresponds to a full inertization level,

wherein the following method step is preferably further provided after the method step iv):

v) maintaining the previously specified or specifiable oxygen target concentration in the enclosed region (107; 107a; 107b), and indeed in that an oxygen-reduced gas mixture provided at the outlet of the gas separation system (102) is supplied in a regulated manner to the enclosed region (107; 107a, 107b), and indeed in that the outlet of the gas separation system (102) is fluidically connected to the enclosed region (107; 107a, 107b), wherein preferably after the method step iv) and preferably parallel to the method step v), a refilling of the compressed gas store (105; 105a-g) or a refilling of at least one compressed gas container (105a-g) of the compressed gas store (105) takes place at least partially, and indeed in that the outlet of the gas separation system (102) is fluidically connected to the compressed gas store (105; 105a-g) or, respectively to the at least one compressed gas container (105a-g) of the compressed gas store (105).

Revendications

1. Installation de réduction d'oxygène (100), qui présente les éléments suivants :

- au moins un système de séparation de gaz (102) pour la mise à disposition, en cas de besoin, d'un mélange gazeux réduit en oxygène au niveau d'une sortie du système de séparation de gaz (102), le système de séparation de gaz (102) étant en particulier réalisé comme un système mobile, qui peut en cas de besoin être retiré de l'installation de réduction d'oxygène (100) ;
- un accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g), en particulier sous forme d'un ou de plusieurs récipients de gaz sous pression, pour l'accumulation d'un mélange gazeux réduit en oxygène ou d'un gaz inerte sous forme comprimée ; et
- un système de clapets,

l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) étant relié ou pouvant être relié en écoulement, par l'intermédiaire d'un système de conduites, à au moins une zone fermée (107 ; 107a, 107b), pour l'acheminement en cas de besoin d'au moins une partie du mélange gazeux ou, selon le cas, du gaz inerte accumulé dans l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) vers ladite au moins une zone fermée (107 ; 107a, 107b) ;

la sortie du système de séparation de gaz (102) étant reliée ou pouvant être reliée en écoulement au choix à une entrée de l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) et/ou à ladite au moins une zone fermée (107 ; 107a, 107b), pour l'acheminement en cas de besoin du mélange gazeux mis à disposition à la sortie du système de séparation de gaz (102) vers l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) et/ou vers ladite au moins une zone fermée (107 ; 107a, 107b) ;

caractérisée en ce que l'installation de réduction d'oxygène (100) présente en outre une unité de capteur (114) pour la coordination de la mise à disposition du mélange gazeux réduit en oxygène à la sortie du système de séparation de gaz (102) et la coordination de l'acheminement du mélange gazeux réduit en oxygène mis à disposition à la sortie du système de séparation de gaz (102) vers l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) et **en ce que** l'installation de réduction d'oxygène (100) présente en outre un dispositif de

commande (10) relié à l'unité de capteur (114), lequel dispositif est destiné à la commande de préférence coordonnée de composants pouvant être commandés de l'installation de réduction d'oxygène (100), le dispositif de commande (10) étant réalisé pour la commande du système de clapets de l'installation de réduction d'oxygène (100) de manière telle que la sortie du système de séparation de gaz (102) n'est relié en écoulement à l'entrée de l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) que lorsqu'il n'existe aucune liaison en écoulement entre la sortie de l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) et ladite au moins une zone fermée (107 ; 107a, 107b) et/ou que lorsqu'il n'existe aucune liaison en écoulement entre la sortie du système de séparation de gaz (102) et ladite au moins une zone fermée (107 ; 107a, 107b).

2. Installation de réduction d'oxygène (100) selon la revendication 1, l'unité de capteur (114) étant en outre réalisée pour la coordination de l'acheminement du mélange gazeux réduit en oxygène mis à disposition à la sortie du système de séparation de gaz (102) vers ladite au moins une zone fermée (107 ; 107a, 107b) et/ou pour la coordination de l'acheminement du mélange gazeux réduit en oxygène ou, selon le cas, du gaz inerte accumulé dans l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) vers ladite au moins une zone fermée (107 ; 107a, 107b).

3. Installation de réduction d'oxygène (100) selon la revendication 1 ou 2, qui présente en outre un système de compresseur (101) disposé en amont du système de séparation de gaz (102), pour la compression d'un mélange gazeux de départ à acheminer vers le système de séparation de gaz (102), le système de compresseur (101) disposé en amont du système de séparation de gaz (102) étant de préférence réalisé comme un système mobile qui peut en cas de besoin être retiré de l'installation de réduction d'oxygène (100) et/ou du système de séparation de gaz (102) ; et/ou un système de compresseur (103) étant prévu entre la sortie du système de séparation de gaz (102) et l'entrée de l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g), pour la compression en cas de besoin du mélange gazeux réduit en oxygène mis à disposition à la sortie du système de séparation de gaz (102) et à acheminer vers l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g), le système de compresseur (103) prévu entre la sortie du système de séparation de gaz (102) et l'entrée de l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) étant de préférence réalisé comme un système mobile, qui peut en cas de

besoin être retiré de l'installation de réduction d'oxygène (100) et/ou du système de séparation de gaz (102).

4. Installation de réduction d'oxygène (100) selon l'une des revendications 1 à 3, un système de conduites étant prévu, par l'intermédiaire duquel la sortie du système de séparation de gaz (102) est reliée ou peut être reliée en écoulement au choix à une entrée de l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) et/ou à ladite au moins une zone fermée (107 ; 107a, 107b), le système de conduites, par l'intermédiaire duquel la sortie du système de séparation de gaz (102) est reliée ou peut être reliée en écoulement à une entrée de l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) et/ou à ladite au moins une zone fermée (107 ; 107a, 107b), correspondant de préférence et au moins par zones au système de conduites par l'intermédiaire duquel l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) est relié ou peut être relié en écoulement à ladite au moins une zone fermée (107 ; 107a, 107b) et/ou le système de conduites, par l'intermédiaire duquel la sortie du système de séparation de gaz (102) est reliée ou peut être reliée en écoulement au choix à une entrée de l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) et/ou à ladite au moins une zone fermée (107 ; 107a, 107b), étant réalisé de préférence au moins par zones comme un système mobile, qui peut être retiré en cas de besoin de l'installation de réduction d'oxygène (100) et/ou du système de séparation de gaz (102).
5. Installation de réduction d'oxygène (100) selon l'une des revendications 1 à 4, qui présente en outre un système de clapets, présentant un premier agencement de clapet (104), le premier agencement de clapet (104) étant réalisé pour la réalisation et/ou la séparation d'une liaison en écoulement entre la sortie du système de séparation de gaz (102) et l'entrée de l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g).
6. Installation de réduction d'oxygène (100) selon l'une des revendications 1 à 5, qui présente en outre un système de clapets présentant un deuxième agencement de clapet (106 ; 106a-d), le deuxième agencement de clapet (106 ; 106a-d) étant réalisé pour la réalisation et/ou la séparation d'une liaison en écoulement entre une sortie de l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) et ladite au moins une zone fermée (107 ; 107a, 107b) ; et/ou
 qui présente en outre un système de clapets, présentant un troisième agencement de clapet (109 ; 109a, 109b), le troisième agencement de clapet (109 ; 109a, 109b) étant réalisé pour la

réalisation et/ou la séparation d'une liaison en écoulement entre la sortie du système de séparation de gaz (102) et ladite au moins une zone fermée (107 ; 107a, 107b),

le système de clapets étant de préférence et au moins en partie réalisé comme un système mobile, qui peut en cas de besoin être retiré de l'installation de réduction d'oxygène (100) et/ou du système de séparation de gaz (102).

7. Installation de réduction d'oxygène (100) selon l'une des revendications 1 à 6, l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) présentant au moins une entrée et au moins une sortie, l'entrée de l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) et la sortie de l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) étant reliées, par l'intermédiaire d'une pièce de liaison (113), à l'intérieur de l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g),

la pièce de liaison (113) étant conçue en particulier comme une pièce de liaison commune eu égard à ladite au moins une entrée et ladite au moins une sortie et/ou la pièce de liaison (113) étant de préférence conçue comme une pièce en T ou en Y et/ou

la pièce de liaison (113) étant de préférence réalisée dans un clapet de récipient (108) de l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g).

8. Installation de réduction d'oxygène (100) selon l'une des revendications 1 à 7,

l'installation de réduction d'oxygène (100) présentant au moins un capteur de pression (116) associé à l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g), pour la détection en cas de besoin ou continue d'une pression gazeuse de préférence statique et/ou dynamique du mélange gazeux réduit en oxygène ou, selon le cas, du gaz inerte accumulé dans l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) ; et/ou

l'installation de réduction d'oxygène (100) présentant au moins un capteur de pression associé à ladite au moins une zone fermée (107 ; 107a, 107b), pour la détection en cas de besoin ou continue d'une pression gazeuse de préférence statique dans l'atmosphère ambiante de la zone fermée (107 ; 107a, 107b) ; et/ou

l'installation de réduction d'oxygène (100) présentant au moins un capteur de pression pour la détection d'une pression gazeuse de préférence dynamique et/ou statique à l'entrée de l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g), en particulier lors de l'acheminement du mélange gazeux mis à disposition à la sortie du système de séparation de gaz (102) vers

l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) ; et/ou

l'installation de réduction d'oxygène (100) présentant au moins un capteur de température (115) associé à l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g), pour la détection en cas de besoin ou continue d'une température du mélange gazeux réduit en oxygène ou, selon le cas, du gaz inerte accumulé dans l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) ; et/ou l'installation de réduction d'oxygène (100) présentant au moins un capteur (122) associé au système de séparation de gaz (102), pour la détection en cas de besoin ou continue d'une concentration résiduelle en oxygène dans le mélange gazeux réduit en oxygène mis à disposition à la sortie du système de séparation de gaz (102) ; et/ou

ledit au moins un système de séparation de gaz (102) présentant un premier mode de fonctionnement, dans lequel, en cas de besoin, un mélange gazeux réduit en oxygène est acheminé vers l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g), et un deuxième mode de fonctionnement, dans lequel, en cas de besoin, un mélange gazeux réduit en oxygène est acheminé vers au moins une zone fermée (107 ; 107a, 107b), le premier et le deuxième mode de fonctionnement pouvant de préférence être réglés par un dispositif de commande (10) et encore plus préférentiellement automatiquement, en particulier au choix automatiquement, par un dispositif de commande (10) ; et/ou

un système de compresseur (101) disposé en amont étant associé audit au moins un système de séparation de gaz (102), le système de compresseur (101) disposé en amont présentant un premier mode de fonctionnement, dans lequel, en cas de besoin, un mélange gazeux réduit en oxygène est acheminé vers l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g), et un deuxième mode de fonctionnement, dans lequel, en cas de besoin, un mélange gazeux réduit en oxygène est acheminé vers au moins une zone fermée (107 ; 107a, 107b), le premier et le deuxième mode de fonctionnement pouvant de préférence être réglés par un dispositif de commande (10) et encore plus préférentiellement automatiquement, en particulier au choix automatiquement, par un dispositif de commande (10) ; et/ou

la sortie du système de séparation de gaz (102) étant reliée ou pouvant être reliée par l'intermédiaire d'un clapet (104) à une première conduite de collecte (110), la première conduite de collecte (110) et/ou le clapet (104) étant de préférence réalisé(e)s comme un système mobile, qui peut être retiré en cas de besoin de l'installa-

tion de réduction d'oxygène (100) et/ou du système de séparation de gaz (102).

9. Installation de réduction d'oxygène (100) selon l'une des revendications 1 à 8,

l'accumulateur de gaz sous pression (105) présentant une multitude de récipients de gaz sous pression (105a-g) spatialement séparés les uns des autres, commutés en parallèle les uns avec les autres présentant au moins un, de préférence à chaque fois un clapet de récipient (108), une première section de conduite étant en particulier prévue pour de préférence chacun de la multitude de récipients de gaz sous pression (105a-g), par l'intermédiaire de laquelle chaque clapet de récipient (108) du récipient de gaz sous pression (105a-g) est relié en écoulement à une première conduite de collecte (110) et/ou le clapet de récipient (108) d'un ou de préférence de chacun de la multitude de récipients de gaz sous pression (105a-g) étant relié en écoulement à chaque fois par l'intermédiaire d'une deuxième section de conduite à une deuxième conduite de collecte (111), la deuxième conduite de collecte (111) étant reliée ou pouvant être reliée en écoulement par l'intermédiaire d'un clapet (106, 106a-d), en particulier un clapet de zone, à ladite au moins une zone fermée (107 ; 107a, 107b), la deuxième conduite de collecte (111) et/ou le clapet (106, 106a-d) étant de préférence réalisé(e)s comme un système mobile, qui peut en cas de besoin être retiré de l'installation de réduction d'oxygène (100) et/ou du système de séparation de gaz (102).

10. Installation de réduction d'oxygène (100) selon l'une des revendications 1 à 9,

un dispositif de commande (10) étant prévu, qui est réalisé pour la commande coordonnée, de préférence automatiquement et encore plus préférentiellement au choix automatiquement, d'agencements de clapet (104, 106, 109) correspondants, associés à l'installation de réduction d'oxygène (100) de manière telle que la sortie dudit au moins un système de séparation de gaz (102) peut être reliée en écoulement à l'entrée d'au moins un récipient de gaz sous pression (105a-g) lorsqu'il existe une liaison en écoulement entre la sortie d'au moins un autre récipient de gaz sous pression (105a-g) et ladite au moins une zone fermée (107 ; 107a, 107b) et/ou un dispositif de commande (10) étant prévu, qui est réalisé pour la commande coordonnée, de préférence automatiquement et encore plus préférentiellement au choix automatiquement, d'agen-

cements de clapet (104, 106, 109) correspondants, associés à l'installation de réduction d'oxygène (100) de manière telle que lors de la détection d'une pression minimale fixée ou pouvant être fixée au préalable et/ou lors du passage sous une pression minimale fixée ou pouvant être fixée au préalable dans au moins l'un des récipients de gaz sous pression (105a-g), une liaison en écoulement entre l'entrée dudit au moins un récipient de gaz sous pression (105a-g) et la sortie du système de séparation de gaz (102) est réalisée sélectivement ; et/ou un dispositif antireflux (112), en particulier sous la forme d'un clapet antiretour, étant associé à au moins un récipient de gaz sous pression (105a-g), lequel dispositif est destiné à bloquer un flux gazeux d'un système de conduites s'étendant entre le récipient de gaz sous pression (105a-g) et la zone fermée (107 ; 107a, 107b) vers le récipient de gaz sous pression (105a-g) ; et/ou un dispositif antireflux (112), en particulier sous la forme d'un clapet antiretour, étant associé à au moins un récipient de gaz sous pression (105a-g), lequel dispositif est destiné à bloquer un flux gazeux à partir du récipient de gaz sous pression (105a-g) vers un système de conduites s'étendant entre la sortie dudit au moins un système de séparation de gaz (102) et le récipient de gaz sous pression (105a-g) ; et/ou au moins un récipient parmi la multitude de récipients de gaz sous pression (105a-g) présentant un clapet de récipient (108) présentant un agencement de clapet à déclenchement rapide de préférence actionnable pneumatiquement pour la réalisation en cas de besoin d'une liaison en écoulement entre le récipient de gaz sous pression (105a-g) correspondant et un système de conduites s'étendant entre le récipient de gaz sous pression (105a-g) et la zone fermée (107 ; 107a, 107b), la fonction de clapet de l'agencement de clapet à déclenchement rapide pouvant en cas de besoin être désactivée, en particulier lorsque la sortie du système de séparation de gaz (102) est reliée ou est à relier à l'entrée du récipient de gaz sous pression (105a-g) ; et/ou le système de séparation de gaz (102) présentant un premier séparateur de gaz, de préférence sous la forme d'un générateur d'azote, et au moins un autre, deuxième séparateur de gaz, de préférence sous la forme d'un générateur d'azote, le premier séparateur de gaz étant de préférence conçu comme un séparateur de gaz prévu de manière stationnaire et ledit au moins un deuxième séparateur de gaz étant conçu comme un séparateur de gaz mobile ou de préférence le premier et ledit au moins un

deuxième séparateur de gaz étant chacun conçus comme séparateurs de gaz prévus de manière stationnaire ou de préférence le premier et ledit au moins un deuxième séparateur de gaz étant chacun conçus comme séparateurs de gaz mobiles.

11. Installation de réduction d'oxygène (100) selon l'une des revendications 1 à 10,

un dispositif capteur étant prévu, pour la surveillance de la teneur résiduelle en oxygène du mélange gazeux réduit en oxygène mis à disposition au niveau de la sortie du système de séparation de gaz (102) ; un dispositif de commande (10) étant de préférence prévu, qui est réalisé pour n'acheminer le mélange gazeux réduit en oxygène mis à disposition à la sortie du système de séparation de gaz (102) vers l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) que lorsque la teneur résiduelle en oxygène du mélange gazeux réduit en oxygène, mis à disposition à la sortie du système de séparation de gaz (102) ne passe pas au-dessus d'une valeur seuil fixée ou pouvant être fixée au préalable ; et/ou la concentration en azote du mélange gazeux réduit en oxygène, mis à disposition à la sortie du système de séparation de gaz (102) pouvant être commutée entre au moins deux valeurs fixées ou pouvant être fixées au préalable, de préférence, le système de séparation de gaz (102) étant réalisé pour la mise à disposition, à la sortie du système de séparation de gaz (102), d'un mélange gazeux réduit en oxygène présentant une première concentration en azote lorsque le mélange gazeux réduit en oxygène mis à disposition à la sortie du système de séparation de gaz (102) est à acheminer vers ladite au moins une zone fermée (107 ; 107a, 107b) et pour la mise à disposition, à la sortie du système de séparation de gaz (102), d'un mélange gazeux réduit en oxygène présentant une deuxième concentration en azote lorsque le mélange gazeux réduit en oxygène mis à disposition à la sortie du système de séparation de gaz (102) est à acheminer vers l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) et, de préférence, la première concentration en azote étant inférieure à la deuxième concentration en azote et, de préférence, la deuxième concentration en azote étant d'au moins 99% en volume.

12. Procédé de fonctionnement d'une installation de réduction d'oxygène (100) selon l'une des revendications 1 à 11, le procédé comprenant les étapes de procédé suivantes :

i) un mélange gazeux réduit en oxygène ou un gaz inerte est accumulé sous forme comprimée dans un accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) ;

ii) pour la réduction rapide de la teneur en oxygène dans l'atmosphère ambiante d'une zone fermée (107 ; 107a, 107b), au moins une partie du mélange gazeux ou du gaz inerte accumulé sous forme comprimée dans l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) est acheminée vers la zone fermée (107 ; 107a, 107b) et ce en reliant en écoulement l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) à la zone fermée (107 ; 107a, 107b) ;

iii) pour le maintien d'une teneur réduite en oxygène et/ou pour la réduction de la teneur en oxygène dans l'atmosphère ambiante de la zone fermée, un mélange gazeux réduit en oxygène, mis à disposition au niveau d'une sortie d'un système de séparation de gaz (102) est acheminé de manière régulée vers la zone fermée (107 ; 107a, 107b) et ce en reliant en écoulement la sortie du système de séparation de gaz (102) à la zone fermée (107 ; 107a, 107b) ;

un remplissage de l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) ou un remplissage d'au moins un récipient de gaz sous pression (105a-g) de l'accumulateur de gaz sous pression (105) ayant lieu au moins en partie après l'étape de procédé ii) et de préférence parallèlement à l'étape de procédé iii) et ce en reliant en écoulement la sortie du système de séparation de gaz (102) ou, selon le cas, dudit au moins un récipient de gaz sous pression (105a-g) de l'accumulateur de gaz sous pression (105) à l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) ; et

la mise à disposition du mélange gazeux réduit en oxygène à la sortie du système de séparation de gaz (102) et l'acheminement du mélange gazeux réduit en oxygène mis à disposition à la sortie du système de séparation de gaz (102) vers l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) étant coordonnés à l'aide d'une unité de capteur (114).

13. Procédé selon la revendication 12,

l'acheminement du mélange gazeux réduit en oxygène mis à disposition à la sortie du système de séparation de gaz (102) vers ladite au moins une zone fermée (107 ; 107a, 107b) et/ou l'acheminement du mélange gazeux réduit en oxygène ou, selon le cas, du gaz inerte accumulé

dans l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) vers ladite au moins une zone fermée (107 ; 107a, 107b) étant en outre coordonnés à l'aide d'une unité de capteur (114) ; et/ou la zone fermée (107 ; 107a, 107b) étant surveillée de préférence en continu ou à des moments ou lors d'événements prédéfinis eu égard à l'apparition d'au moins un paramètre d'incendie et au moins l'étape de procédé ii) étant initiée de préférence automatiquement, dès qu'au moins un paramètre d'incendie est détecté.

14. Procédé selon la revendication 12 ou 13,

dans l'étape de procédé ii), au moins une partie du mélange gazeux ou du gaz inerte accumulé sous forme comprimée dans l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) étant acheminée vers la zone fermée (107 ; 107a, 107b) de manière telle que la concentration en oxygène dans la zone fermée (107 ; 107a, 107b) ne passe pas sous une première valeur fixée ou pouvant être fixée au préalable en particulier en fonction de la charge d'incendie de la zone fermée (107 ; 107a, 107b) et ne passe pas au-dessus d'une deuxième valeur également fixée ou pouvant être fixée au préalable, la deuxième valeur étant de préférence inférieure à la valeur de la concentration en oxygène dans l'atmosphère normale et de préférence supérieure à la première valeur, de préférence dans l'étape de procédé iii), le mélange gazeux réduit en oxygène mis à disposition à la sortie du système de séparation de gaz (102) étant acheminé de manière régulée vers la zone fermée (107 ; 107a, 107b) de manière telle que la concentration en oxygène dans la zone fermée (107 ; 107a, 107b) ne passe pas sous la première valeur fixée ou pouvant être fixée au préalable et ne passe pas au-dessus de la deuxième valeur fixée ou pouvant être fixée au préalable ; et/ou la première et la deuxième valeur fixée ou pouvant être fixée au préalable correspondant de préférence aux valeurs limites inférieure et supérieure d'un niveau d'inertisation de base de la zone fermée (107 ; 107a, 107b).

15. Procédé selon l'une des revendications 12 à 14,

dans l'étape de procédé iii), le mélange gazeux réduit en oxygène, mis à disposition à la sortie du système de séparation de gaz (102) n'étant acheminé de manière régulée vers la zone fermée (107 ; 107a, 107b) que lorsqu'il est vérifié, pendant ou après la réduction rapide de la teneur en oxygène dans l'atmosphère ambiante de la zone fermée (107 ; 107a, 107b) dans

l'étape de procédé ii), de préférence automatiquement, en particulier à l'aide d'au moins un détecteur d'incendie, et/ou manuellement, en particulier par l'actionnement d'un commutateur correspondant, qu'il n'y a aucun incendie dans la zone fermée (107 ; 107a, 107b) ; et/ou en vérifiant automatiquement, en particulier à l'aide d'au moins un détecteur d'incendie, et/ou manuellement, en particulier par actionnement d'un commutateur correspondant, qu'un incendie déclaré dans la zone fermée (107 ; 107a, 107b) après la réduction rapide de la teneur en oxygène dans l'atmosphère ambiante de la zone fermée (107 ; 107a, 107b) n'a pas été étouffé ou suffisamment étouffé et le procédé présentant en outre l'étape de procédé suivante, après l'étape de procédé iii) :

iv) la teneur en oxygène dans l'atmosphère ambiante de la zone fermée (107 ; 107a, 107b) est réduite davantage et ce en acheminant au moins une partie du mélange gazeux ou du gaz inerte accumulé sous forme comprimée dans l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) vers la zone fermée (107 ; 107a, 107b) et ce en reliant en écoulement l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) ou au moins un récipient de gaz sous pression (105a-g) de l'accumulateur de gaz sous pression (105) à la zone fermée (107 ; 107a, 107b), dans l'étape de procédé iv), la teneur en oxygène dans l'atmosphère ambiante de la zone fermée (107 ; 107a, 107b) étant de préférence réduite davantage jusqu'à ce que la concentration en oxygène dans la zone fermée (107 ; 107a, 107b) atteigne une concentration cible fixée ou pouvant être fixée au préalable, qui correspond à une concentration en azote qui est au moins identique à une concentration en gaz d'extinction dépendant de la charge d'incendie de l'espace fermé, la concentration cible en oxygène fixée ou pouvant être fixée au préalable dans la zone fermée (107 ; 107a, 107b) correspondant de préférence à un niveau d'inertisation complet, l'étape de procédé suivante étant en outre de préférence prévue après l'étape de procédé iv) :

v) maintien de la concentration cible en oxygène fixée ou pouvant être fixée au préalable dans la zone fermée (107 ; 107a, 107b) et ce en acheminant de manière régulée un mélange gazeux réduit en oxygène, mis à disposition au niveau de la sortie du système de séparation de gaz (102) vers la zone fermée (107 ; 107a, 107b) et ce en reliant en écoulement la sortie du système de séparation de gaz (102) à la zone fermée (107 ; 107a, 107b), un rereplissage de l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) ou un rereplissage d'au moins un récipient de gaz

sous pression (105a-g) de l'accumulateur de gaz sous pression (105) ayant lieu de préférence au moins en partie après l'étape de procédé iv) et de préférence parallèlement à l'étape de procédé v) et ce en reliant en écoulement la sortie du système de séparation de gaz (102) à l'accumulateur de gaz sous pression (105 ; 105a-g) ou, selon le cas, audit au moins un récipient de gaz sous pression (105a-g) de l'accumulateur de gaz sous pression (105).

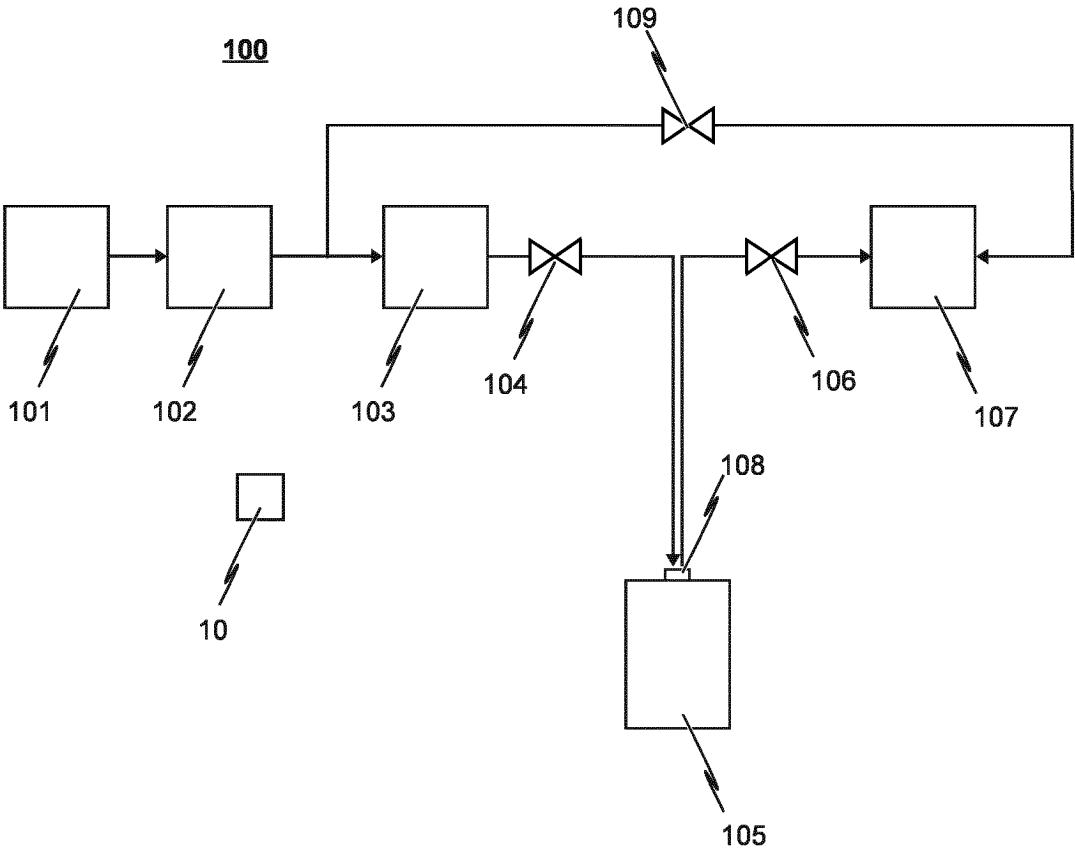


Fig. 1

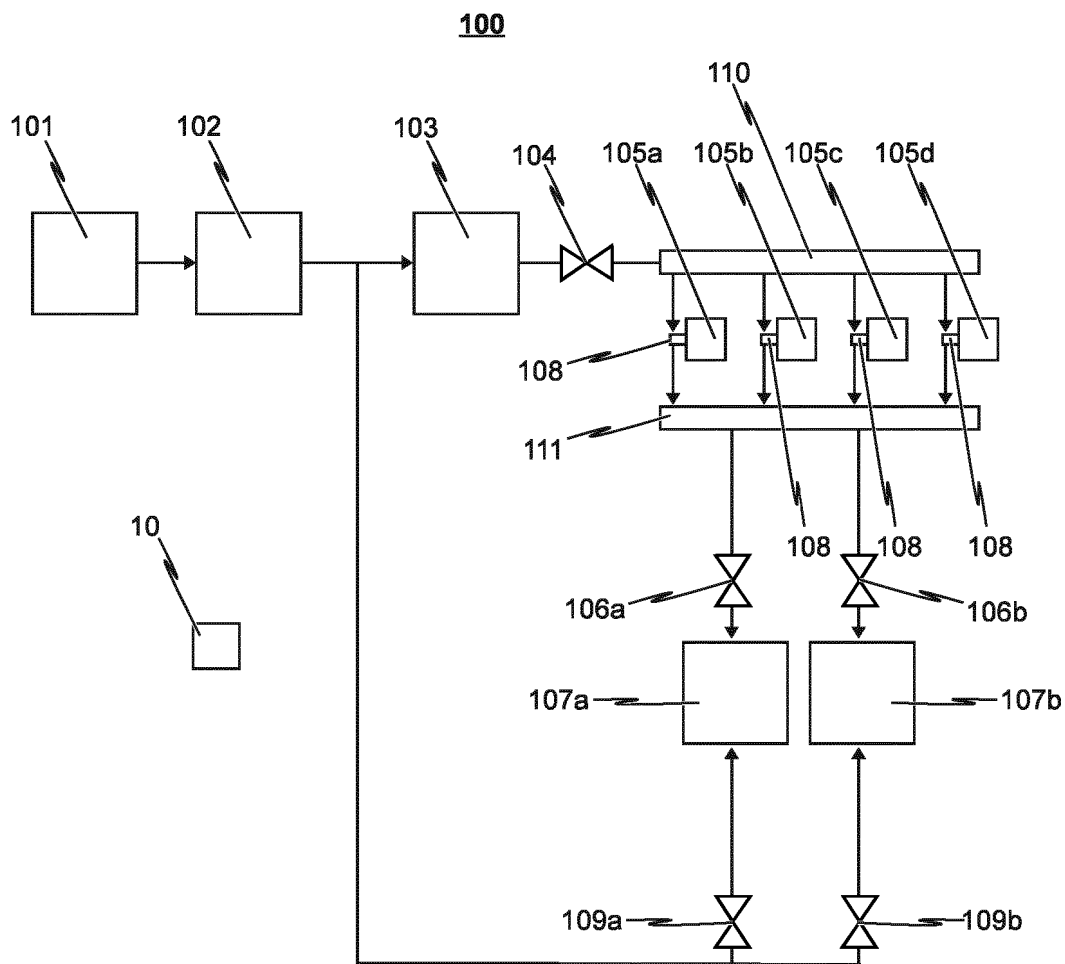


Fig. 2

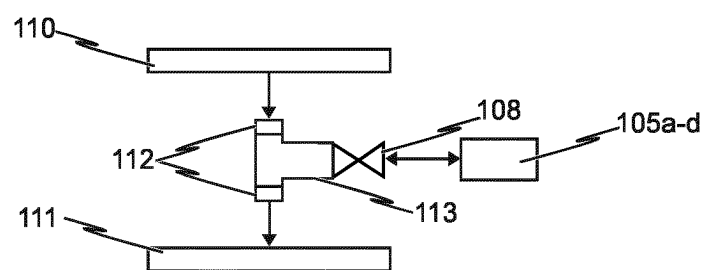


Fig. 3

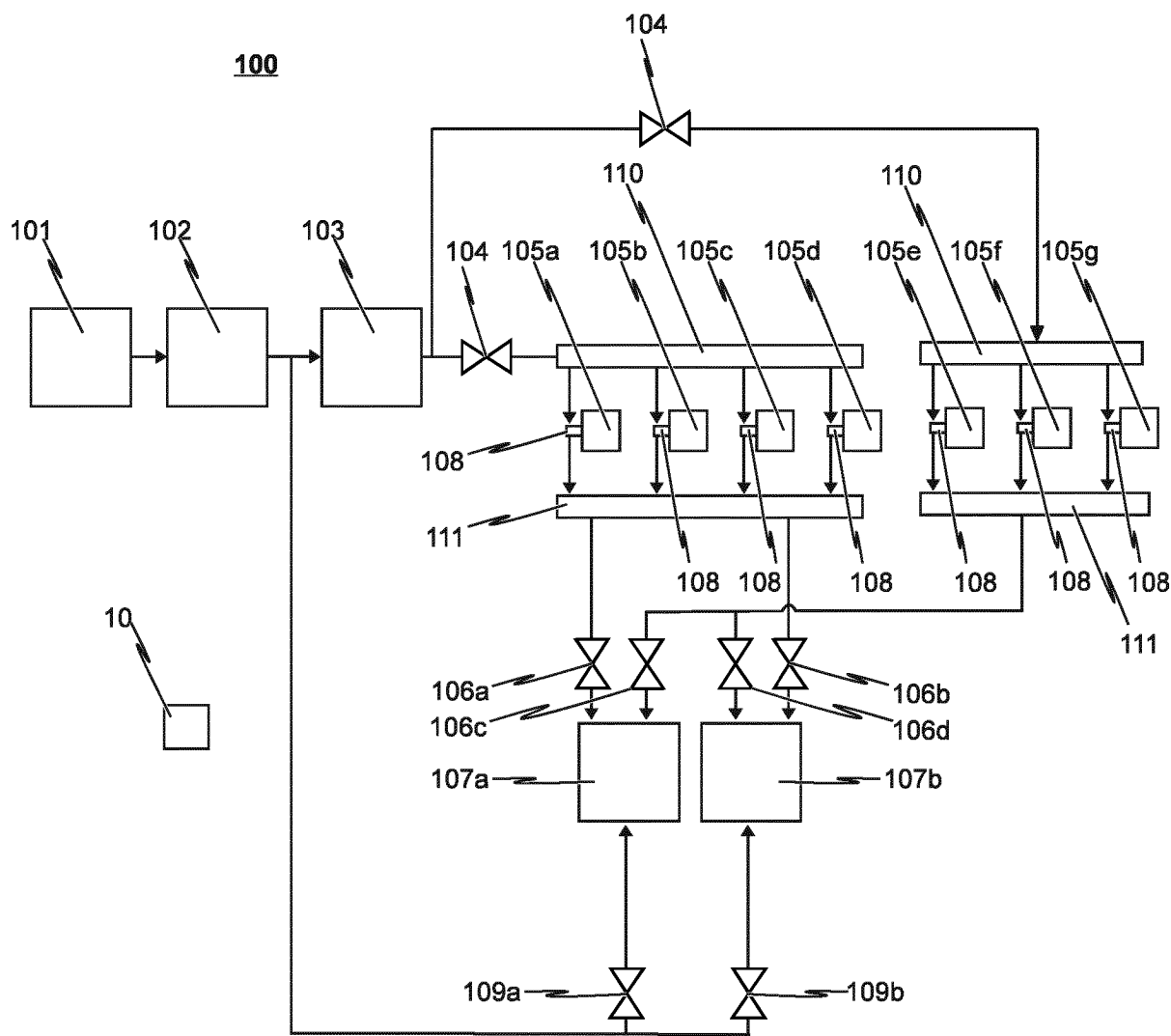


Fig. 4

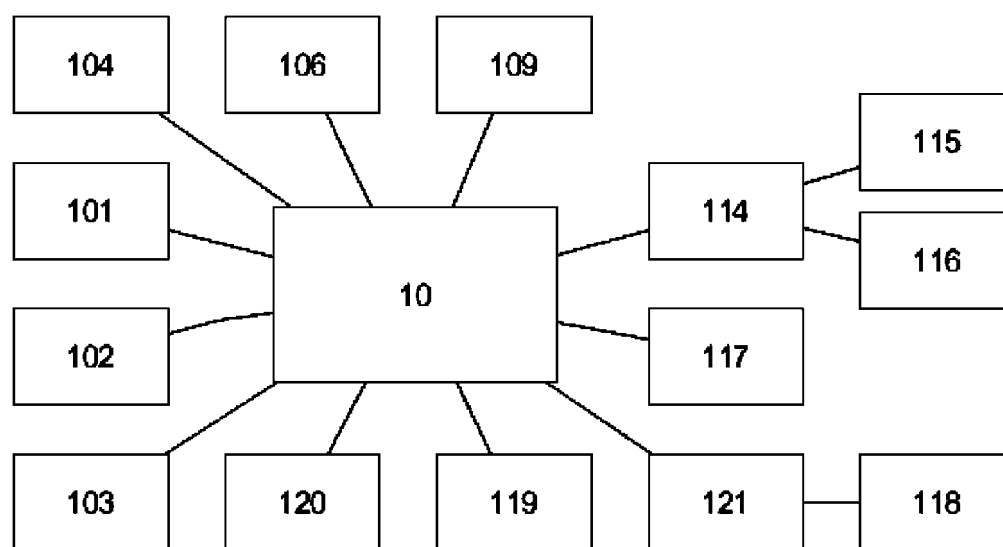


Fig. 5a

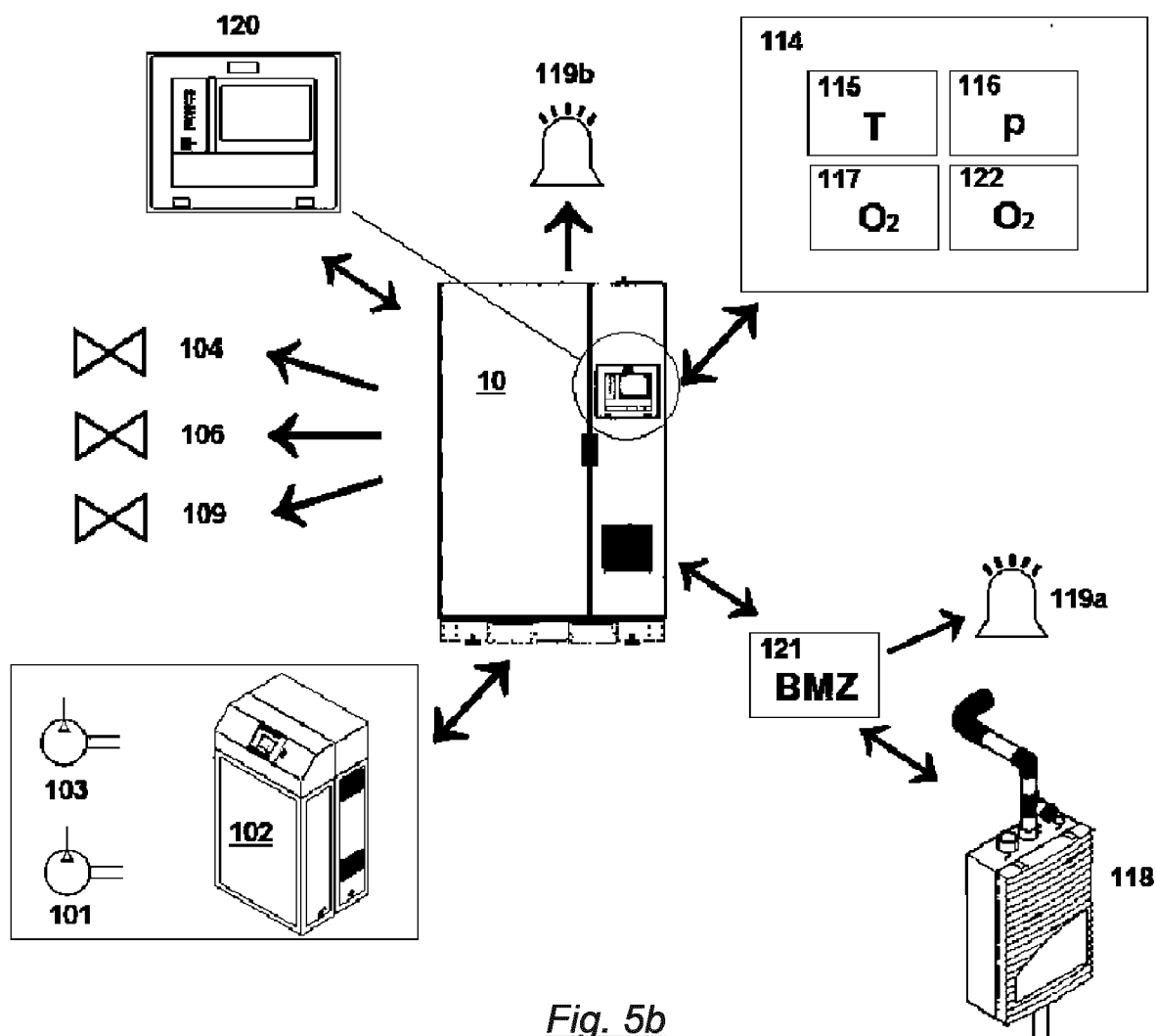
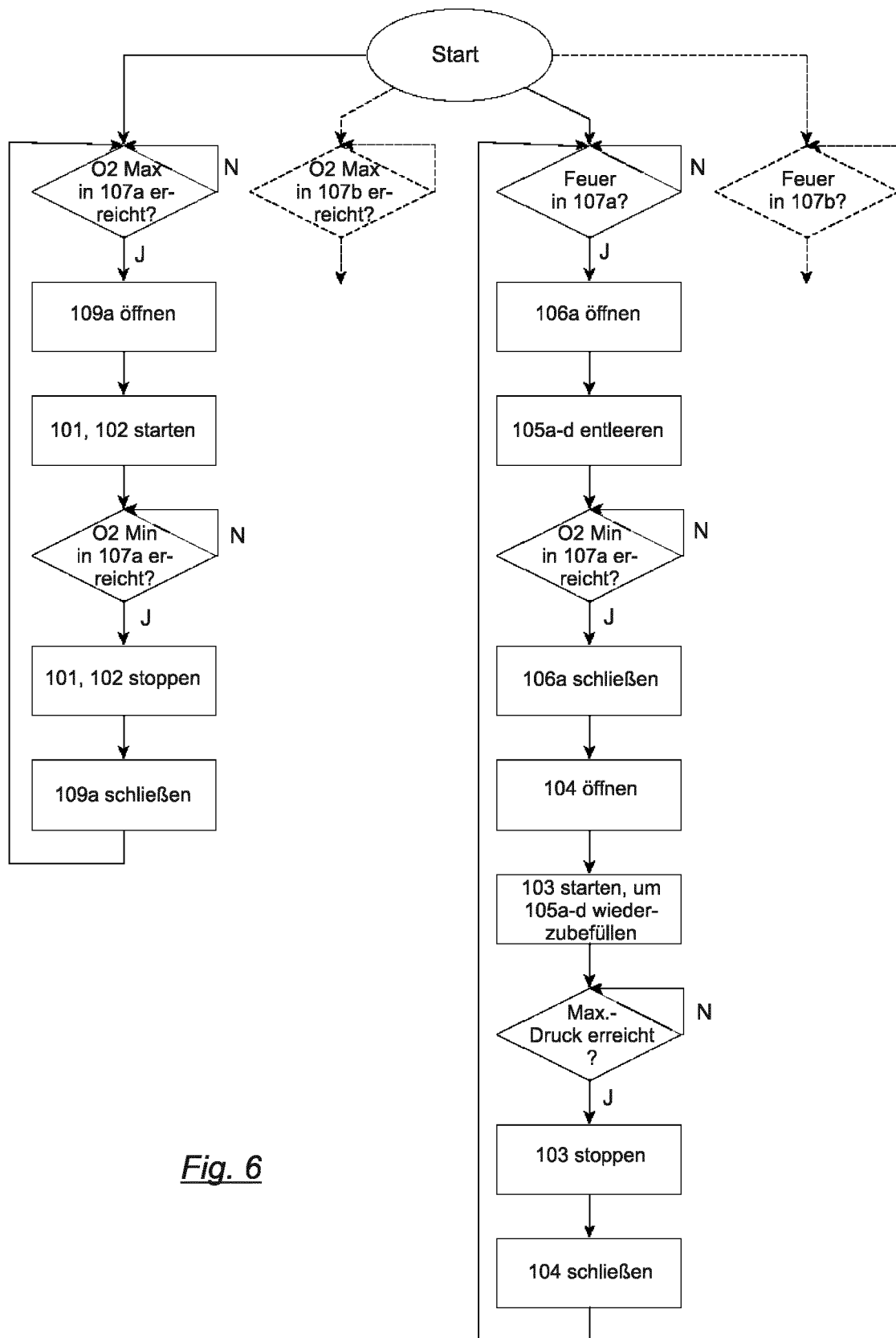


Fig. 5b

*Fig. 6*

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

- EP 1913980 A1 **[0004]**
- EP 1913978 A1 **[0005]**
- EP 2233175 A1 **[0006]**
- DE 19811851 A1 **[0011]**