

(19)



(11)

EP 3 111 999 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.01.2017 Patentblatt 2017/01

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

(21) Anmeldenummer: **15175014.8**

(22) Anmeldetag: **02.07.2015**

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

(72) Erfinder: **Wagner, Ernst-Werner**
29308 Winsen/Aller (DE)

(74) Vertreter: **Rupprecht, Kay**
Meissner Bolte Patentanwälte
Rechtsanwälte Partnerschaft mbB
Widenmayerstraße 47
80538 München (DE)

(71) Anmelder: **Amrona AG**
6304 Zug (CH)

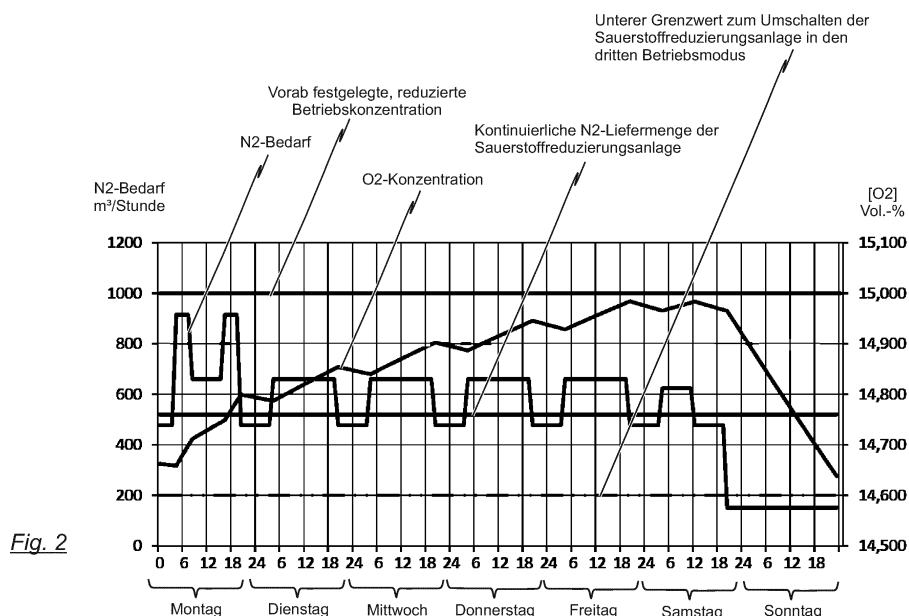
Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

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

(57) Die Erfindung betrifft eine Anlage zum Reduzieren des Sauerstoffgehalts in der Raumatmosphäre eines umschlossenen Bereiches und/oder zum Halten eines reduzierten Sauerstoffgehaltes in der Raumatmosphäre eines umschlossenen Bereiches unterhalb einer vorab festgelegten und im Vergleich zur Sauerstoffkonzentration der normalen Umgebungsluft reduzierten Betriebskonzentration. Hierzu weist die Anlage ein Gasseparationssystem auf, dessen Auslass strömungsmäßig mit dem umschlossenen Bereich verbunden ist zum kontinuierlichen Zuführen eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches oder sauerstoffverdrängenden Gases. Das Gasseparationssystem ist derart ausgelegt, dass bei einem kontinuierlichen Betrieb des Gasseparationssystems die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches stets in einem Bereich zwischen der vorab festgelegten Betriebskonzentration und einer vorab festgelegten oder festlegbaren unteren Grenzkonzentration liegt.

nuierlichen Zuführen eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches oder sauerstoffverdrängenden Gases. Das Gasseparationssystem ist derart ausgelegt, dass bei einem kontinuierlichen Betrieb des Gasseparationssystems die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches stets in einem Bereich zwischen der vorab festgelegten Betriebskonzentration und einer vorab festgelegten oder festlegbaren unteren Grenzkonzentration liegt.

**EP 3 111 999 A1**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anlage zum Reduzieren des Sauerstoffgehalts in der Raumatmosphäre eines umschlossenen Bereiches bzw. zum Halten eines reduzierten Sauerstoffgehaltes in der Raumatmosphäre eines umschlossenen Bereiches unterhalb einer vorab festgelegten und im Vergleich zur Sauerstoffkonzentration der normalen Umgebungsluft reduzierten Konzentration (Betriebskonzentration).

[0002] Die erfindungsgemäße Anlage ist insbesondere dafür ausgelegt, durch Einleiten eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches oder eines sauerstoffverdrängenden Gases in die Raumatmosphäre eines umschlossenen Bereiches die Entstehung oder Ausbreitung von Bränden zu verhindern. Darüber hinaus eignet sich die erfindungsgemäße Anlage grundsätzlich auch für das Löschen von Bränden in dem umschlossenen Bereich.

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

[0004] Dem Grundprinzip der Inertisierungstechnik zur Brandverhütung liegt die Erkenntnis zu Grunde, dass in umschlossenen Bereichen, deren Einrichtung sensibel auf Wassereinwirkung reagiert, der Brandgefahr dadurch begegnet werden kann, dass die Sauerstoffkonzentration in dem betroffenen Bereich auf einen Wert von beispielsweise 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 wie Lagerbereiche mit besonders hochwertigen Wirtschaftsgütern.

[0005] Die bei dieser Inertisierungstechnik 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 sauerstoffreduzierten Gasgemisches oder eines sauerstoffverdrängenden Gases, wie beispielsweise Stickstoff, der Sauerstoffanteil in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches verringert.

[0006] Weiter sei als Anwendungsbeispiel für die erfindungsgemäße Anlage 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.

[0007] Sauerstoffreduzierungsanlagen, insbesondere solche, welche als Brandvermeidungsanlagen, Feuerlöschanlagen, Explosionsunterdrückungsanlagen oder Explosionsschutzanlagen verwendet werden, indem in einem umschlossenen Bereich eine Atmosphäre erzeugt wird, die eine niedrigere ständige Sauerstoffkonzentration aufweist als unter Umgebungsbedingungen, weisen - im Vergleich zu Wasserlöschanlagen, wie beispielsweise Sprinkleranlagen oder Sprühnebellöschanlagen - insbesondere den Vorteil auf, dass diese für das Volumenlöschen geeignet sind. Zu diesem Zweck ist es jedoch erforderlich, dass in den umschlossenen Bereich eine vorab kalkulierte (Mindest-) Menge des sauerstoffreduzierten Gasgemisches bzw. des sauerstoffverdrängenden Gases in den umschlossenen Bereich eingelassen werden muss, um dem Verwendungszweck der Sauerstoffreduzierungsanlage gerecht zu werden, wie etwa einer Brandvermeidung, einer Explosionsunterdrückung, einem Explosionsschutz oder einer Feuerlöschung. Berechnet wird diese (Mindest-) Menge des in den Bereich einzulassenden sauerstoffreduzierten Gasgemisches bzw. sauerstoffverdrängenden Gases nach dem effektiven Volumen und der Luftdichtheit der Raumbühle des umschlossenen Bereiches.

[0008] Die Luftdichtheit der Raumbühle eines umschlossenen Bereiches, wie beispielsweise einer Gebäudehülle, wird in der Regel mit einem Differenzdrucktest (Blower-Door-Test) bestimmt. Durch einen in eine Raumbühle eingelassenen Ventilator wird dabei innerhalb des umschlossenen Bereiches ein konstanter Überdruck und Unterdruck von (z.B.) 50 Pa erzeugt und gehalten. Die durch Undichtigkeiten (Leckagen) in der Raumbühle des umschlossenen Bereiches ausströmende Luftmenge muss durch den Ventilator in den umschlossenen Bereich hereingedrückt werden und wird gemessen. Der sogenannte n50-Wert (Einheit: 1/h) gibt an, wie oft das Innenraumvolumen pro Stunde umgesetzt wird.

[0009] Die mit einem Differenzdrucktest ermittelte Luftdichtheit entspricht somit einer durch Leckagen in einer Raumbühle des umschlossenen Bereiches bedingten Luftwechselrate, die hierin auch als "beschickungsunabhängige Luftwechselrate" bezeichnet wird. Insbesondere berücksichtigt die mit einem Differenzdrucktest bestimmte Luftdichtheit jedoch nicht einen Luftwechsel, der bedingt ist durch zum Zwecke einer Beschickung und/oder Begehung des umschlossenen Bereiches bedarfsweise ausbildbare Öffnungen in der Raumbühle, wie Türen, Tore oder Fenster. Diese Luftwechselrate wird hierin auch als "beschickungsabhängige Luftwechselrate" bezeichnet.

[0010] Im Unterschied zu der beschickungsunabhängigen Luftwechselrate lässt sich die beschickungsabhängige Luftwechselrate in der Regel nicht vorab messtechnisch bestimmen, da die beschickungsabhängige Luftwechselrate zeitlich variiert und davon abhängt, wann und wie oft zum Zwecke einer Beschickung und/oder Begehung die Raumbühle des umschlossenen Bereiches geöffnet wird, wie lange die zum Zwecke einer Beschickung und/oder Begehung in der Raumbühle des umschlossenen Bereiches ausgebildete Öffnung vorliegt, und wie groß letztendlich diese Öffnung ist.

[0011] Diese die beschickungsabhängige Luftwechselrate bestimmenden Parameter lassen sich in der Regel nicht

vorab bestimmen, so dass im Hinblick auf die beschickungsabhängige Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches bei der Auslegung einer Sauerstoffreduzierungsanlage stets von Spitzenwerten ausgegangen wird, indem eine maximale Beschickung und/oder Begehung angenommen wird. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass mit der Sauerstoffreduzierungsanlage stets pro Zeiteinheit eine hinreichende Menge an sauerstoffverdrängendem Gas bereitgestellt werden kann, um auch im Extremfall einen reduzierten Sauerstoffgehalt in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches unterhalb der vorab festgelegten Betriebskonzentration sicher halten zu können.

[0012] Eine Aufgabe der Erfindung ist darin zu sehen, ein Verfahren zum Auslegen einer Sauerstoffreduzierungsanlage anzugeben, mit welchem die Sauerstoffreduzierungsanlage im Hinblick auf die tatsächlichen Gegebenheiten möglichst optimal projektierbar ist.

[0013] Insbesondere soll bei der Projektierung der Sauerstoffreduzierungsanlage die in der Praxis tatsächlich auftretende/vorliegende beschickungsabhängige Luftwechselrate mit berücksichtigt werden, um auf diese Weise eine Überdimensionierung der Sauerstoffreduzierungsanlage zu vermeiden. Gleichzeitig soll sichergestellt sein, dass mit der Sauerstoffreduzierungsanlage zu jedem Zeitpunkt der Sauerstoffgehalt in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches unterhalb einer vorab festgelegten und im Vergleich zur Sauerstoffkonzentration der normalen Umgebungsluft reduzierten Betriebskonzentration gehalten werden kann.

[0014] Darüber hinaus soll eine entsprechende Sauerstoffreduzierungsanlage angegeben werden, die im Vergleich zu Sauerstoffreduzierungsanlagen, welche nach dem bisherigen Ansatz konzipiert und projektiert sind, besser an die tatsächlichen Gegebenheiten des umschlossenen Bereiches angepasst ist.

[0015] Im Hinblick auf die Sauerstoffreduzierungsanlage wird die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe durch den Gegenstand des unabhängigen Patentanspruchs 1 gelöst, wobei vorteilhafte Weiterbildungen hiervon in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 19 angegeben sind.

[0016] Im Hinblick auf das Verfahren zum Auslegen einer Sauerstoffreduzierungsanlage für einen umschlossenen Bereich wird die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe durch den Gegenstand des nebengeordneten Patentanspruchs 20 gelöst. Demnach betrifft die Erfindung insbesondere eine Sauerstoffreduzierungsanlage, welche ausgelegt ist, den Sauerstoffgehalt in der Raumatmosphäre eines umschlossenen Bereiches auf eine Konzentration zu reduzieren, die unterhalb einer vorab festgelegten und im Vergleich zur Sauerstoffkonzentration der normalen Umgebungsluft reduzierten Betriebskonzentration liegt. Alternativ oder zusätzlich hierzu ist die erfindungsgemäße Sauerstoffreduzierungsanlage ausgebildet, einen reduzierten Sauerstoffgehalt in der Raumatmosphäre eines umschlossenen Bereiches unterhalb einer vorab festgelegten und im Vergleich zur Sauerstoffkonzentration der normalen Umgebungsluft reduzierten Betriebskonzentration zu halten.

[0017] Zu diesem Zweck weist die Sauerstoffreduzierungsanlage ein Gasseparationssystem auf, dessen Auslass strömungsmäßig mit dem umschlossenen Bereich verbunden ist, um kontinuierlich ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch oder ein sauerstoffverdrängendes Gas der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches zuzuführen. Mit anderen Worten, gemäß der Erfindung ist vorgesehen, dass das Gasseparationssystem kontinuierlich betrieben wird, so dass kontinuierlich, d.h. zeitlich gesehen ununterbrochen, der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch oder ein sauerstoffverdrängendes Gas zugeführt wird.

[0018] Das Gasseparationssystem ist derart ausgelegt, dass bei einem kontinuierlichen Betrieb des Gasseparationssystems in einem ersten Betriebsmodus die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches stets in einem Bereich zwischen der vorab festgelegten Betriebskonzentration und einer vorab festgelegten oder festlegbaren unteren Grenzkonzentration liegt. Dabei wird in dem ersten Betriebsmodus des Gasseparationssystems am Auslass des Gasseparationssystems pro Zeiteinheit eine innerhalb eines vorab festgelegten oder festlegbaren Bereiches liegende Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches kontinuierlich bereitgestellt.

[0019] Die mit der erfindungsgemäßen Lösung erzielbaren Vorteile liegen auf der Hand: indem vorgesehen ist, dass das Gasseparationssystem kontinuierlich betrieben wird, kann im zeitlichen Mittel gesehen am Auslass des Gasseparationssystems das sauerstoffreduzierte Gasgemisch in einer Menge bereitgestellt werden, die der Menge entspricht, als wenn ein größer dimensioniertes Gasseparationssystem diskontinuierlich betrieben wird. Von daher kann im Vergleich zu aus dem Stand der Technik bekannten Ansätzen das Gasseparationssystem bzw. die Sauerstoffreduzierungsanlage insgesamt kleiner dimensioniert werden, so dass hierdurch die Kosten für die Erstinstallation der Sauerstoffreduzierungsanlage reduziert sind.

[0020] Der kontinuierliche Betrieb des Gasseparationssystems bringt darüber hinaus den weiteren Vorteil mit sich, dass ein aufgrund eines wiederholten Ein- und Ausschaltens bedingter Verschleiß des Gasseparationssystems minimiert wird.

[0021] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass die vorab festgelegte und im Vergleich zur Sauerstoffkonzentration der normalen Umgebungsluft reduzierte Betriebskonzentration der Auslegungskonzentration des umschlossenen Bereiches entspricht. Die Auslegungskonzentration bezieht sich dabei gemäß VdS-Richtlinie 3527 (Version: Anmeldetag) auf die Entzündungsgrenze abzüglich eines Sicherheitsabstands und ist somit abhängig von den im umschlossenen Bereich eingelagerten Materialien.

[0022] Allerdings ist die vorliegende Erfindung nicht auf solche Ausführungsformen beschränkt, bei welcher mit Hilfe

der Sauerstoffreduzierungsanlage ein reduzierter Sauerstoffgehalt in der Raumatmosphäre eines umschlossenen Bereiches unterhalb der Auslegungskonzentration des Bereiches gehalten wird. Vielmehr umfasst die Erfindung auch solche Ausführungsformen, bei welche allgemein ein reduzierter Sauerstoffgehalt in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches unterhalb einer vorab festgelegten und im Vergleich zur Sauerstoffkonzentration der normalen Umgebungsluft reduzierten Betriebskonzentration gehalten wird, wobei diese vorab festgelegte, Betriebskonzentration auch oberhalb der Auslegungskonzentration des Bereiches liegen kann.

[0023] Die erfindungsgemäße Lösung eignet sich insbesondere für eine Sauerstoffreduzierungsanlage, die im Hinblick auf einen umschlossenen Bereich projektiert ist, wobei die Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches hinsichtlich der Zeit zyklisch variiert. Dies ist beispielsweise bei Räumen oder Lagerhallen der Fall, deren Raumhülle zum Zwecke einer Begehung und/oder Beschickung zeitweilig geöffnet wird, wobei die Frequenz der Begehung/Beschickung einem gewissen Zyklus, beispielsweise einem Tageszyklus oder einem Wochenzyklus, unterliegt, so dass insgesamt gesehen die Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches hinsichtlich der Zeit zyklisch variiert und jeder Zeitzyklus in mehrere aufeinander folgende Zeitperioden aufteilbar ist. Die mittlere Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches nimmt dabei für jede Zeitperiode einen entsprechenden Wert an.

[0024] So ist es beispielsweise denkbar, dass in einem Dreischichtbetrieb eine Lagerhalle 6 Tage die Woche genutzt wird. Bei diesem Beispiel ist somit vorgesehen, dass die Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches (hier: Lagerhalle) im Wochenrhythmus zyklisch variiert, wobei sich die mittlere Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches (Lagerhalle) während der 6 Arbeitstage aus einer beschickungsabhängigen Luftwechselrate und einer beschickungsunabhängigen Luftwechselrate zusammensetzt. Während des (einzigen) Ruhetages hingegen ist die beschickungsabhängige Luftwechselrate zu vernachlässigen, so dass die mittlere Gesamt-Luftwechselrate im Wesentlichen der beschickungsunabhängigen Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches entspricht.

[0025] Wie bereits eingangs ausgeführt, sind bei der beschickungsunabhängigen Luftwechselrate (ungewollte oder unvermeidbare) Leckagen in der Raumhülle des umschlossenen Bereiches berücksichtigt, also solche Leckagen, die in keinem Zusammenhang mit einer Beschickung und/oder Begehung des umschlossenen Bereiches stehen. Andererseits berücksichtigt die beschickungsabhängige Luftwechselrate einen Luftaustausch, der durch Öffnungen in der Raumhülle des umschlossenen Bereiches erfolgt, die zum Zwecke der Beschickung und/oder Begehung (absichtlich) bedarfsweise ausgebildet werden. Bei diesen Öffnungen handelt es sich insbesondere um Türen, Tore, Schleusen oder Fenster.

[0026] Bei dem Anwendungsbeispiel, bei welchem die Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches hinsichtlich der Zeit zyklisch variiert, wobei jeder Zeitzyklus in mehrere aufeinander folgende Zeitperioden aufgeteilt ist, ist gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung insbesondere vorgesehen, dass das Gasseparationssystem unter Berücksichtigung der jeweiligen Dauer der Zeitperioden sowie unter Berücksichtigung der jeweiligen mittleren Gesamt-Luftwechselraten für jede Zeitperiode derart ausgelegt ist, dass bei einem kontinuierlichen Betrieb des Gasseparationssystems in einem ersten Betriebsmodus die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches stets in einem Bereich zwischen der vorab festgelegten Betriebskonzentration (wie beispielsweise der Auslegungskonzentration des umschlossenen Bereiches) und der vorab festgelegten oder festlegbaren unteren Grenzkonzentration liegt.

[0027] Gemäß einer bevorzugten Realisierung der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage ist vorgesehen, dass das Gasseparationssystem in mindestens zwei und vorzugsweise drei unterschiedlichen Betriebsmodi betreibbar ist. In diesen mindestens zwei Betriebsmodi wird von dem Gasseparationssystem kontinuierlich am Auslass ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch bereitgestellt. Im Unterschied zu dem ersten Betriebsmodus ist in dem zweiten Betriebsmodus des Gasseparationssystems jedoch die kontinuierlich pro Zeiteinheit am Auslass bereitgestellte Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches - bezogen auf einen Referenzwert einer Restsauerstoffkonzentration - erhöht.

[0028] Andererseits ist es in diesem Zusammenhang denkbar, dass das Gasseparationssystem ferner in einem dritten Betriebsmodus betreibbar ist, in welchem - im Vergleich zum ersten Betriebsmodus - die kontinuierlich pro Zeiteinheit am Auslass bereitgestellte Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches - bezogen auf einen Referenzwert einer Restsauerstoffkonzentration - verringert ist.

[0029] Die Erfindung ist nicht nur auf eine Sauerstoffreduzierungsanlage der zuvor beschriebenen Art beschränkt, sondern betrifft auch ein Verfahren zum Auslegen einer Sauerstoffreduzierungsanlage für einen umschlossenen Bereich. Das erfindungsgemäße Verfahren weist hierzu insbesondere die folgenden Verfahrensschritte auf:

- i) Aufteilen eines vorab festgelegten Zeitzyklus in mehrere aufeinander folgende Zeitperioden;
- ii) Ermitteln einer mittleren Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches für jede Zeitperiode;
- iii) Wichten der ermittelten mittleren Luftwechselraten hinsichtlich der entsprechenden Zeitdauern der zugehörigen Zeitperioden; und
- iv) Anpassen bzw. Auswählen eines Gasseparationssystems der Sauerstoffreduzierungsanlage unter Berücksichtigung der gewichteten, mittleren Luftwechselraten des umschlossenen Bereiches derart, dass bei einem kontinu-

ierlichen Betrieb des Gasseparationssystems in einem ersten Betriebsmodus, in welchem am Auslass des Gasseparationssystems pro Zeiteinheit eine innerhalb eines vorab festgelegten oder festlegbaren Bereiches liegende Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches oder sauerstoffverdrängenden Gases kontinuierlich bereitgestellt wird, die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches stets in einem Bereich zwischen einer vorab festgelegten Betriebskonzentration, wie etwa der Auslegungskonzentration des umschlossenen Bereiches, und einer vorab festlegbaren unteren Grenzkonzentration liegt.

[0030] Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen die Erfindung näher beschrieben.

[0031] Es zeigen:

FIG. 1 ein prinzipielles Zeitdiagramm zum Erläutern der Betriebsweise einer herkömmlichen Sauerstoffreduzierungsanlage;

FIG. 2 ein prinzipielles Zeitdiagramm zum Erläutern der Betriebsweise einer ersten exemplarischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage; und

FIG. 3 ein prinzipielles Zeitdiagramm zum Erläutern der Betriebsweise einer zweiten exemplarischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage.

[0032] FIG. 1 zeigt ein prinzipielles Zeitdiagramm zum Erläutern der Betriebsweise einer herkömmlichen, aus dem Stand der Technik bekannten Sauerstoffreduzierungsanlage. Es handelt sich hierbei um eine Sauerstoffreduzierungsanlage, die dazu verwendet wird, in der Raumatmosphäre eines umschlossenen Bereiches die Sauerstoffkonzentration unterhalb einer vorab festgelegten und im Vergleich zur Sauerstoffkonzentration der normalen Umgebungsluft reduzierten Konzentration (= Betriebskonzentration) zu halten. Der in dem Zeit-Diagramm in FIG. 1 berücksichtigte Zeitraum beträgt insgesamt eine Woche (7 Tage).

[0033] In FIG. 1 ist insbesondere die zeitliche Entwicklung der Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches dargestellt. Zu erkennen ist insbesondere, dass die Sauerstoffkonzentration stets in einem Bereich zwischen etwa 15,0 Vol.-% und 14,9 Vol.-% liegt. Es handelt sich hierbei um einen klassischen Regelbereich, der definiert wird über einen oberen Schwellwert und einen unteren Schwellwert der Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches.

[0034] Der obere Schwellwert der Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches stellt die Einschaltsschwelle dar, bei welcher ein zu der Sauerstoffreduzierungsanlage gehörendes Gasseparationssystem eingeschaltet wird, um am Auslass des Gasseparationssystems ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch bereitzustellen. Das bereitgestellte sauerstoffreduzierte Gasgemisch wird dann in die Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches eingeleitet, so dass anschließend die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre entsprechend abnimmt.

[0035] Bei Erreichen des unteren Schwellwerts, welcher die Ausschaltsschwelle des Gasseparationssystems definiert, wird der Betrieb des Gasseparationssystems eingestellt. Dadurch wird die Zufuhr des sauerstoffreduzierten Gasgemisches in die Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches unterbrochen, infolgedessen in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches die Sauerstoffkonzentration wieder entsprechend zunimmt.

[0036] Dies ist dadurch bedingt, dass die Raumphülle des umschlossenen Bereiches nicht luftdicht ausgeführt ist; vielmehr sind in der Raumphülle (ungewollte oder unvermeidbare) Leckagen vorhanden, die eine gewisse (beschickungs-unabhängige) Luftwechselrate zur Folge haben. Diese beschickungsunabhängige Luftwechselrate lässt sich insbesondere mit Hilfe einer Differenzdruckmessung vorab bestimmen.

[0037] Zusätzlich zu dieser beschickungsunabhängigen Luftwechselrate liegt aber auch eine beschickungsabhängige Luftwechselrate vor, d.h. ein Luftwechsel durch in der Hülle des umschlossenen Bereiches vorgesehene Öffnungen, die zum Zwecke der Beschickung und/oder Begehung des umschlossenen Bereiches geöffnet werden.

[0038] In FIG. 1 ist eine Situation dargestellt, bei welcher der umschlossene Bereich an 6 Tagen in der Woche (hier: Montag bis Samstag) in einem Dreischichtbetrieb genutzt wird. Unter einer "Nutzung im Dreischichtbetrieb" ist ein teilkontinuierlicher Rundum-Betrieb zu verstehen, der in dem in FIG. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel nur am Sonntag unterbrochen ist.

[0039] Anhand des zeitlichen Verlaufes der Sauerstoffkonzentration in dem Zeitdiagramm gemäß FIG. 1 ist zu erkennen, dass die Raumphülle des umschlossenen Bereiches am Sonntag insgesamt luftdichter ausgeführt ist im Vergleich zu den anderen Wochentagen. Dies ist insbesondere daran zu erkennen, dass am Sonntag die abfallenden Flanken der Sauerstoffkonzentration steiler sind im Vergleich zu anderen Wochentagen, und dass die ansteigenden Flanken der Sauerstoffkonzentration am Sonntag flacher sind.

[0040] Um bei den bisherigen Betriebsverfahren, wie es in FIG. 1 anhand des dort gezeigten prinzipiellen Zeitdiagramms dargestellt ist, die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches in dem Regelbereich zwischen dem oberen und dem unteren Schwellwert zu halten, wird das Gasseparationssystem bedarfs-

weise ein- und ausgeschaltet, also diskontinuierlich betrieben.

[0041] Im Unterschied hierzu ist bei der erfindungsgemäßen Lösung vorgesehen, dass das Gasseparationssystem der Sauerstoffreduzierungsanlage kontinuierlich in einem Betriebsmodus betrieben wird, in welchem am Auslass des Gasseparationssystems pro Zeiteinheit eine innerhalb eines vorab festgelegten oder festlegbaren Bereiches liegende Menge einer sauerstoffreduzierten Gasgemisches kontinuierlich bereitgestellt wird, wobei diese pro Zeiteinheit bereit-

gestellte Menge größer als 0 Liter pro Stunde ist.

[0042] Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf das prinzipielle Zeitdiagramm gemäß FIG. 2 die Funktionsweise einer exemplarischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage näher beschrieben.

[0043] Im Einzelnen ist in FIG. 2 die zeitliche Entwicklung der Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre eines umschlossenen Bereiches dargestellt, für den die erfindungsgemäße Sauerstoffreduzierungsanlage konzipiert und projektiert ist. Es handelt sich hierbei um einen umschlossenen Bereich (beispielsweise eine Lagerhalle), der an 6 Tagen pro Woche im Dreischichtbetrieb genutzt wird.

[0044] Die Sauerstoffreduzierungsanlage weist ein Gasseparationssystem auf, welches unter Berücksichtigung einer beschickungsabhängigen Luftwechselrate und einer beschickungsunabhängigen Luftwechselrate im Wochenverlauf konzipiert und ausgelegt ist. Die beschickungsabhängige Luftwechselrate im Wochenverlauf berücksichtigt dabei den Frischlufteintrag durch Beschickung und/oder Begehung des umschlossenen Bereiches.

[0045] Dieser beschickungs- bzw. begehungsabhängige Frischlufteintrag für das erste Fallbeispiel gemäß FIG. 2 ist exemplarisch in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1: Frischlufteintrag durch Beschickung im Wochenverlauf [m³/h]

		Wochentag						
		Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
Uhrzeit	0 - 1	518	518	518	518	518	518	0
	1 - 2	518	518	518	518	518	518	0
	2 - 3	518	518	518	518	518	518	0
	3 - 4	518	518	518	518	518	518	0
	4 - 5	1.210	806	806	806	806	749	0
	5 - 6	1.210	806	806	806	806	749	0
	6 - 7	1.210	806	806	806	806	749	0
	7 - 8	1.210	806	806	806	806	749	0
	8 - 9	806	806	806	806	806	749	0
	9 - 10	806	806	806	806	806	749	0
	10 - 11	806	806	806	806	806	749	0
	11 - 12	806	806	806	806	806	749	0
	12 - 13	806	806	806	806	806	518	0
	13 - 14	806	806	806	806	806	518	0
	14 - 15	806	806	806	806	806	518	0
	15 - 16	806	806	806	806	806	518	0
	16 - 17	1.210	806	806	806	806	518	0
	17 - 18	1.210	806	806	806	806	518	0
	18 - 19	1.210	806	806	806	806	518	0
	19 - 20	1.210	806	806	806	806	518	0
	20 - 21	518	518	518	518	518	0	0
	21 - 22	518	518	518	518	518	0	0
	22 - 23	518	518	518	518	518	0	0
	23 - 24	518	518	518	518	518	0	0

[0046] In der nachfolgenden Tabelle 2 hingegen ist der Gesamt-Frischlufteintrag im Wochenverlauf angegeben, und zwar für das Fall-Beispiel gemäß FIG. 2. Der Gesamt-Frischlufteintrag setzt sich zusammen aus der beschickungsabhängigen Luftwechselrate einerseits und der beschickungsunabhängigen Luftwechselrate bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von 3 m/s.

Tabelle 2: Gesamt-Frischlufteintrag im Wochenverlauf [m³/h]

			Wochentag						
			Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
Uhrzeit	0	- 1	758	758	758	758	758	758	240
	1	- 2	758	758	758	758	758	758	240
	2	- 3	758	758	758	758	758	758	240
	3	- 4	758	758	758	758	758	758	240
	4	- 5	1.450	1.046	1.046	1.046	1.046	989	240
	5	- 6	1.450	1.046	1.046	1.046	1.046	989	240
	6	- 7	1.450	1.046	1.046	1.046	1.046	989	240
	7	- 8	1.450	1.046	1.046	1.046	1.046	989	240
	8	- 9	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046	989	240
	9	- 10	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046	989	240
	10	- 11	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046	989	240
	11	- 12	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046	989	240
	12	- 13	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046	758	240
	13	- 14	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046	758	240
	14	- 15	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046	758	240
	15	- 16	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046	758	240
	16	- 17	1.450	1.046	1.046	1.046	1.046	758	240
	17	- 18	1.450	1.046	1.046	1.046	1.046	758	240
	18	- 19	1.450	1.046	1.046	1.046	1.046	758	240
	19	- 20	1.450	1.046	1.046	1.046	1.046	758	240
	20	- 21	758	758	758	758	758	240	240
	21	- 22	758	758	758	758	758	240	240
	22	- 23	758	758	758	758	758	240	240
	23	- 24	758	758	758	758	758	240	240

[0047] Um in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches den Sauerstoffgehalt unterhalb einer vorab festgelegten und im Vergleich zur Sauerstoffkonzentration der normalen Umgebungsluft reduzierten Betriebskonzentration halten zu können, ist es erforderlich, ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch bzw. ein sauerstoffverdrängendes Gas derart zuzuführen, dass zeitlich gesehen der Gesamt-Frischlufteintrag zumindest teilweise egalisiert wird.

[0048] Bei dem hier berücksichtigten Ausführungsbeispiel kommt als sauerstoffreduziertes Gasgemisch bzw. sauerstoffverdrängendes Gas Stickstoff (N₂) mit einer Restsauerstoffkonzentration von z.B. 5 % zum Einsatz. Der für das Egalisieren des Gesamt-Frischlufteintrages resultierende Stickstoff bedarf im Wochenverlauf ist in Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3: Stickstoffbedarf im Wochenverlauf [m³/h]

			Wochentag						
			Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
Uhrzeit	0	- 1	454	454	454	454	454	454	144
	1	- 2	454	454	454	454	454	454	144
	2	- 3	454	454	454	454	454	454	144
	3	- 4	454	454	454	454	454	454	144
	4	- 5	867	626	626	626	626	591	144
	5	- 6	867	626	626	626	626	591	144
	6	- 7	867	626	626	626	626	591	144
	7	- 8	867	626	626	626	626	591	144
	8	- 9	626	626	626	626	626	591	144
	9	- 10	626	626	626	626	626	591	144
	10	- 11	626	626	626	626	626	591	144
	11	- 12	626	626	626	626	626	591	144
	12	- 13	626	626	626	626	626	454	144
	13	- 14	626	626	626	626	626	454	144
	14	- 15	626	626	626	626	626	454	144
	15	- 16	626	626	626	626	626	454	144
	16	- 17	867	626	626	626	626	454	144
	17	- 18	867	626	626	626	626	454	144
	18	- 19	867	626	626	626	626	454	144
	19	- 20	867	626	626	626	626	454	144
	20	- 21	454	454	454	454	454	144	144
	21	- 22	454	454	454	454	454	144	144
	22	- 23	454	454	454	454	454	144	144
	23	- 24	454	454	454	454	454	144	144

[0049] Der zeitliche Verlauf des Stickstoffbedarfes ist ebenfalls in dem Zeitdiagramm gemäß FIG. 2 eingezeichnet. Hierbei ist insbesondere zu erkennen, dass am Sonntag (Ruhetag) der Stickstoffbedarf auf einen relativ niedrigen Wert von 144 m³/h abfällt. Dieser reduzierte Stickstoffbedarf resultiert aus der reduzierten Luftwechselrate am Sonntag, da am Sonntag die Luftwechselrate durch die beschickungsunabhängige Luftwechselrate bestimmt wird (die beschickungsabhängige Luftwechselrate ist an dem Ruhetag zu vernachlässigen, da keine Beschickung und/oder Begehung des umschlossenen Bereiches vorgesehen ist).

[0050] Ab Montag hingegen ist die beschickungsabhängige Luftwechselrate deutlich erhöht, da zu Beginn einer Arbeitswoche bzw. in der Arbeitswoche eine erhöhte Palettenbewegung und somit Beschickung stattfindet. Dementsprechend steigt auch der Stickstoffbedarf ab Montag entsprechend an.

[0051] Im Unterschied zu der herkömmlichen, aus dem Stand der Technik bekannten Betriebsweise ist gemäß der vorliegenden Erfindung vorgesehen, dass das zu der Sauerstoffreduzierungsanlage gehörende Gasseparationssystem kontinuierlich betrieben wird, wobei kontinuierlich in diesem Zusammenhang insbesondere auch einen Betrieb am Sonntag (Ruhetag) bedeutet. Dabei ist der Betriebsmodus des Gasseparationssystems so gewählt, dass am Auslass des Gasseparationssystems pro Zeiteinheit kontinuierlich eine Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches bereitge-

stellt wird, sodass die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches im gesamten Wochenzyklus in einem Bereich zwischen der vorab festgelegten, reduzierten Betriebskonzentration und einer vorab festgelegten oder festlegbaren unteren Grenzkonzentration liegt. Mit anderen Worten wird während der Ruhezeiten durch den kontinuierlichen Betrieb des Gasseparationssystems ein kalkulierter Stickstoffpuffer in dem umschlossenen Bereich aufgebaut, der für eine darauffolgende Zeitperiode mit erhöhtem Stickstoffbedarf genutzt wird.

[0052] Bei dem in FIG. 2 gezeigten Zeitdiagramm beträgt die vorab festgelegte, reduzierte Betriebskonzentration 15 Vol.-% und die vorab festgelegte oder festlegbare untere Grenzkonzentration 14,6 Vol.-%. Selbstverständlich sind aber auch andere Konzentrationswerte denkbar.

[0053] Im Einzelnen und wie es dem Zeitdiagramm gemäß FIG. 2 entnommen werden kann, wird das Gasseparationssystem der Sauerstoffreduzierungsanlage derart kontinuierlich betrieben, dass am Auslass des Gasseparationssystems kontinuierlich pro Stunde 526 m³ des sauerstoffreduzierten Gasgemisches bereitgestellt wird. Mit diesem Betriebsmodus des Gasseparationssystems ist sichergestellt, dass über den Wochenzyklus gesehen die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches stets unterhalb der vorab festgelegten, reduzierten Betriebskonzentration von 15 Vol.-% liegt.

[0054] Im Vergleich zu einer herkömmlich konzipierten bzw. projektierten Sauerstoffreduzierungsanlage hingegen kann mit der erfindungsgemäßen Lösung das Gasseparationssystem deutlich kleiner dimensioniert werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass bei dem in FIG. 1 gezeigten Fallbeispiel das Gasseparationssystem für eine Lieferkapazität von über 1.000 m³/h ausgelegt ist.

[0055] Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf das prinzipielle Zeitdiagramm gemäß FIG. 3 eine weitere exemplarische Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Im Einzelnen wird hier die Betriebsweise einer Sauerstoffreduzierungsanlage gezeigt, welche konzipiert und projektiert ist für einen umschlossenen Bereich (Lagerhalle), der an 6 Tagen die Woche im Zweischichtbetrieb benutzt wird. Wie auch bei dem in FIG. 2 gezeigten Fallbeispiel ist bei dem Zeitdiagramm gemäß FIG. 3 der Sonntag ein Ruhetag.

[0056] Da - im Unterschied zu der in FIG. 2 gezeigten Situation - bei dem Fallbeispiel gemäß FIG. 3 der umschlossene Bereich (Lager) im Zweischichtbetrieb verwendet wird, ist die beschickungsabhängige Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches im Wochenverlauf gesehen verschieden von der beschickungsabhängigen Luftwechselrate, die in dem Fallbeispiel gemäß FIG. 2 berücksichtigt wurde.

[0057] Im Einzelnen ist der beschickungs- und/oder begehungsabhängige Frischlufteintrag bei dem Fallbeispiel gemäß FIG. 3 im Wochenverlauf in Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4: Frischlufteintrag durch Beschickung im Wochenverlauf [m³/h]

			Wochentag						
			Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
Uhrzeit	0	- 1	0	0	0	0	0	0	0
	1	- 2	0	0	0	0	0	0	0
	2	- 3	0	0	0	0	0	0	0
	3	- 4	0	0	0	0	0	0	0
	4	- 5	1.210	806	806	806	806	749	0
	5	- 6	1.210	806	806	806	806	749	0
	6	- 7	1.210	806	806	806	806	749	0
	7	- 8	1.210	806	806	806	806	749	0
	8	- 9	806	806	806	806	806	749	0
	9	- 10	806	806	806	806	806	749	0
	10	- 11	806	806	806	806	806	749	0
	11	- 12	806	806	806	806	806	749	0
	12	- 13	806	806	806	806	806	518	0
	13	- 14	806	806	806	806	806	518	0
	14	- 15	806	806	806	806	806	518	0
	15	- 16	806	806	806	806	806	518	0
	16	- 17	1.210	806	806	806	806	518	0
	17	- 18	1.210	806	806	806	806	518	0
	18	- 19	1.210	806	806	806	806	518	0
	19	- 20	1.210	806	806	806	806	518	0
	20	- 21	0	0	0	0	0	0	0
	21	- 22	0	0	0	0	0	0	0
	22	- 23	0	0	0	0	0	0	0
	23	- 24	0	0	0	0	0	0	0

[0058] Der Gesamt-Frischlufteintrag im Wochenverlauf für das Fallbeispiel gemäß FIG. 3 ist in Tabelle 5 zusammengestellt.

Tabelle 5: Gesamt-Frischlufteintrag im Wochenverlauf [m³/h]

		Wochentag						
		Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
Uhrzeit	0 - 1	240	240	240	240	240	240	240
	1 - 2	240	240	240	240	240	240	240
	2 - 3	240	240	240	240	240	240	240
	3 - 4	240	240	240	240	240	240	240
	4 - 5	1.450	1.046	1.046	1.046	1.046	989	240
	5 - 6	1.450	1.046	1.046	1.046	1.046	989	240
	6 - 7	1.450	1.046	1.046	1.046	1.046	989	240
	7 - 8	1.450	1.046	1.046	1.046	1.046	989	240
	8 - 9	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046	989	240
	9 - 10	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046	989	240
	10 - 11	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046	989	240
	11 - 12	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046	989	240
	12 - 13	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046	758	240
	13 - 14	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046	758	240
	14 - 15	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046	758	240
	15 - 16	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046	758	240
	16 - 17	1.450	1.046	1.046	1.046	1.046	758	240
	17 - 18	1.450	1.046	1.046	1.046	1.046	758	240
	18 - 19	1.450	1.046	1.046	1.046	1.046	758	240
	19 - 20	1.450	1.046	1.046	1.046	1.046	758	240
	20 - 21	240	240	240	240	240	240	240
	21 - 22	240	240	240	240	240	240	240
	22 - 23	240	240	240	240	240	240	240
	23 - 24	240	240	240	240	240	240	240

[0059] Der sich daraus ergebende Stickstoffbedarf ist in Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6: Stickstoffbedarf im Wochenverlauf [m³/h]

			Wochentag							
			Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	
Uhrzeit	0	-	1	144	144	144	144	144	144	144
	1	-	2	144	144	144	144	144	144	144
	2	-	3	144	144	144	144	144	144	144
	3	-	4	144	144	144	144	144	144	144
	4	-	5	867	626	626	626	626	591	144
	5	-	6	867	626	626	626	626	591	144
	6	-	7	867	626	626	626	626	591	144
	7	-	8	867	626	626	626	626	591	144
	8	-	9	626	626	626	626	626	591	144
	9	-	10	626	626	626	626	626	591	144
	10	-	11	626	626	626	626	626	591	144
	11	-	12	626	626	626	626	626	591	144
	12	-	13	626	626	626	626	626	454	144
	13	-	14	626	626	626	626	626	454	144
	14	-	15	626	626	626	626	626	454	144
	15	-	16	626	626	626	626	626	454	144
	16	-	17	867	626	626	626	626	454	144
	17	-	18	867	626	626	626	626	454	144
	18	-	19	867	626	626	626	626	454	144
	19	-	20	867	626	626	626	626	454	144
	20	-	21	144	144	144	144	144	144	144
	21	-	22	144	144	144	144	144	144	144
	22	-	23	144	144	144	144	144	144	144
	23	-	24	144	144	144	144	144	144	144

[0060] Der zeitliche Verlauf des Stickstoffbedarfs ist ebenfalls in dem Zeitdiagramm gemäß FIG. 3 eingezeichnet.

[0061] Im Vergleich zu der in FIG. 2 gezeigten Situation, bei welcher ein Dreischichtbetrieb berücksichtigt wurde, ist erwartungsgemäß bei dem Fallbeispiel gemäß FIG. 3 der Anteil des beschickungs- und/oder begehungsabhängigen Frischlufteintrags geringer. Dies hat zur Folge, dass bei dem Fallbeispiel gemäß FIG. 3 die pro Zeiteinheit von dem Gasseparationssystem kontinuierlich bereitzustellende Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches reduziert sein kann.

[0062] Im Einzelnen ist es bei dem Fallbeispiel gemäß FIG. 3 ausreichend, wenn von dem Gasseparationssystem pro Stunde 424 m³ Stickstoff bereitgestellt wird, um sicherzustellen, dass im Wochenverlauf die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches stets unter der vorab festgelegten Betriebskonzentration von 15 Vol.-% liegt.

[0063] Die Zeitdiagramme der Fallbeispiele gemäß FIG. 2 und FIG. 3 zeigen, dass bei einem kontinuierlichen Betrieb des Gasseparationssystems der Sauerstoffreduzierungsanlage pro Zeiteinheit eine derart hinreichende Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches (kontinuierlich) bereitgestellt wird, dass die Sauerstoffkonzentration in der Raum-

atmosphäre des umschlossenen Bereiches stets unterhalb der vorab festgelegten, reduzierten Betriebskonzentration und einer vorab festgelegten oder festlegbaren unteren Grenzkonzentration liegt.

[0064] Bei den Fallbeispielen liegt die vorab festgelegte Betriebskonzentration bei 15 Vol.-%, während die vorab festgelegte oder festlegbare untere Grenzkonzentration bei maximal 1 Vol.-% Sauerstoff und bevorzugt bei maximal 0,5 Vol.-% Sauerstoff unterhalb des der vorab festgelegten, reduzierten Betriebskonzentration entsprechend des Sauerstoffgehaltes liegt.

[0065] Des Weiteren ist den Zeitdiagrammen gemäß FIG. 2 und 3 zu entnehmen, dass die Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches hinsichtlich der Zeit zyklisch variiert (hier: im Wochenzyklus), wobei jeder Zeitzyklus in mehrere aufeinanderfolgende Zeitperioden aufgeteilt ist, und wobei für jede Zeitperiode eine mittlere Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches einen entsprechenden Wert annimmt. In diesem Zusammenhang wird auf die Einträge in der Tabelle 2 für das Fallbeispiel gemäß FIG. 2 bzw. auf die Tabelle 5 für das Fallbeispiel gemäß FIG. 3 verwiesen.

[0066] Zur Auslegung bzw. Projektierung des Gasseparationssystems der Sauerstoffreduzierungsanlage spielt dann die jeweilige Dauer der Zeitperioden des Zeitzyklus und die jeweilige mittlere Gesamt-Luftwechselrate für jede Zeitperiode eine Rolle. Wie bereits dargelegt, ist bei dem Fallbeispiel gemäß FIG. 2 aufgrund des dort berücksichtigten Dreischichtbetriebs die beschickungsabhängige Luftwechselrate zumindest an den Wochentagen von Montag bis Samstag höher im Vergleich zu der Situation im Fallbeispiel gemäß FIG. 3. Dies hat zur Folge, dass bei dem Fallbeispiel gemäß FIG. 2 das Gasseparationssystem pro Zeiteinheit eine größere Menge eines sauerstoffverdrängenden Gasgemisches (Stickstoff) bereitstellen muss im Vergleich zu dem Gasseparationssystem, welches bei dem Fallbeispiel gemäß FIG. 3 zum Einsatz kommt.

[0067] Die Erfindung ist nicht auf die unter Bezugnahme auf die Zeitdiagramme gemäß FIG. 2 und FIG. 3 beschriebenen Fallbeispiele beschränkt. Insbesondere eignet sich die erfindungsgemäße Lösung allgemein für einen umschlossenen Bereich, dessen Gesamt-Luftwechselrate hinsichtlich der Zeit zyklisch variiert, wobei jeder Zeitzyklus in mehrere aufeinanderfolgende Zeitperioden aufgeteilt ist, und wobei für jede Zeitperiode eine mittlere Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches einen entsprechenden Wert annimmt.

[0068] Beispielsweise ist es in diesem Zusammenhang denkbar, dass innerhalb einer ersten Zeitperiode der mehreren aufeinanderfolgenden Zeitperioden eines Zeitzyklus die mittlere Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches innerhalb eines ersten Wertebereiches liegt, und dass innerhalb mindestens einer zweiten Zeitperiode der mehreren aufeinanderfolgenden Zeitperioden des Zeitzyklus die mittlere Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches innerhalb mindestens eines zweiten Wertebereiches liegt, wobei der Mittelwert des mindestens einen zweiten Wertebereiches größer ist als der Mittelwert des ersten Wertebereiches. In diesem Fall ist es bevorzugt, wenn das Gasseparationssystem der Sauerstoffreduzierungsanlage unter Berücksichtigung der Zeitdauer der ersten und der mindestens einen zweiten Zeitperiode sowie unter Berücksichtigung der mittleren Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches während der ersten und der mindestens einen zweiten Zeitperiode derart ausgelegt ist, dass bei einem kontinuierlichen Betrieb des Gasseparationssystems in dem ersten Betriebsmodus die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosfera des umschlossenen Bereiches stets in einem Bereich zwischen der vorab festgelegten Betriebskonzentration und der vorab festgelegten oder festlegbaren unteren Grenzkonzentration liegt.

[0069] Bei den unter Bezugnahme auf die Zeitdiagramme gemäß den FIGS. 2 und 3 beschriebenen Fallbeispielen ist eine mittlere Windgeschwindigkeit von maximal 3,0 m/s berücksichtigt. Diese Voraussetzung ist in der Realität unter Umständen nicht immer gegeben. Insbesondere kann nicht ausgeschlossen werden, dass zumindest zeitweilig auch deutlich höhere Windgeschwindigkeiten vorliegen. Dies hätte dann einen Einfluss insbesondere auf die beschickungsunabhängige Luftwechselrate, d.h. die Luftwechselrate, die durch ungewollte oder unabdingbare Leckagen in der Raumhülle des umschlossenen Bereiches bedingt sind.

[0070] Um zu erreichen, dass mit der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage auch in solchen Ausnahmesituationen eine reduzierte Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosfera des umschlossenen Bereiches unterhalb einer vorab festgelegten Betriebskonzentration gehalten werden kann, ist bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage vorgesehen, dass das Gasseparationssystem in mindestens zwei verschiedenen Betriebsmodi betreibbar ist. Dabei wird das Gasseparationssystem ausgehend von seinem Standard-Betriebsmodus (erster Betriebsmodus) in seinem zweiten Betriebsmodus betrieben, wenn sich die mittlere Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches insbesondere in unvorhersehbarer Weise und insbesondere in unzyklischer Weise erhöht.

[0071] Im zweiten Betriebsmodus des Gasseparationssystems ist - im Vergleich zum ersten Betriebsmodus - die kontinuierlich pro Zeiteinheit am Auslass des Gasseparationssystems bereitgestellte Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches - bezogen auf einen Referenzwert einer Restsauerstoffkonzentration - entsprechend erhöht. Andererseits ist in dem ersten Betriebsmodus des Gasseparationssystems die spezifische Leistung des Gasseparationssystems geringer als die spezifische Leistung des Gasseparationssystems in dem zweiten Betriebsmodus.

[0072] Unter dem hierin verwendeten Begriff "spezifische Leistung des Gasseparationssystems" ist (bei einer Referenztemperatur von beispielsweise 20 °C) der spezifische Energiebedarf des Gasseparationssystems zu verstehen, um

eine Volumeneinheit des sauerstoffreduzierten Gasgemisches (bezogen auf einen Referenzwert einer Restsauerstoffkonzentration) bereitzustellen.

[0073] In diesem Zusammenhang ist es beispielsweise denkbar, dass das Gasseparationssystem der Sauerstoffreduzierungsanlage ausgelegt ist, wahlweise in einem VPSA- Modus oder in einem PSA-Modus betrieben zu werden, wobei der erste Betriebsmodus des Gasseparationssystems dem VPSA-Modus entspricht und der zweite Betriebsmodus des Gasseparationssystems dem PSA-Modus entspricht.

[0074] Unter einem in einem VPSA-Modus betriebenen Gasseparationssystem ist allgemein eine nach dem Vakuum-Druckwechseladsorptions-Prinzip (engl.: Vacuum Pressure Swing Adsorption - VPSA) arbeitende Anlage zum Bereitstellen von mit Stickstoff angereicherter Luft zu verstehen. Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung kommt in der Sauerstoffreduzierungsanlage als Gasseparationssystem eine derartige VPSA-Anlage zum Einsatz, die allerdings im Bedarfsfall, insbesondere dann, wenn in unvorhersehbarer Weise und/oder unzyklisch die mittlere Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches zunimmt - in einem PSA-Modus betrieben wird. Die Abkürzung "PSA" steht für "Pressure Swing Adsorption", was üblicherweise als "Druckwechseladsorptionstechnik" bezeichnet wird.

[0075] Um den Betriebsmodus des bei diesem Aspekt der vorliegenden Erfindung zum Einsatz kommenden Gasseparationssystems von VPSA auf PSA umschalten zu können, ist bei einer bevorzugten Realisierung der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage vorgesehen, dass zunächst ein Anfangs-Gasgemisch bereitgestellt wird, welches Sauerstoff, Stickstoff und gegebenenfalls weitere Komponenten aufweist. Das bereitgestellte Anfangs-Gasgemisch wird geeignet komprimiert und in dem Gasseparationssystem zumindest ein Teil des in dem komprimierten Anfangs-Gasgemisch enthaltenen Sauerstoff abgetrennt, sodass am Auslass des Gasseparationssystems ein mit Stickstoff angereichertes Gasgemisch bereitgestellt wird. Dieses am Auslass des Gasseparationssystems mit Stickstoff angereicherte Gasgemisch entspricht dabei dem sauerstoffreduzierten Gasgemisch, welches in die Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches kontinuierlich eingeleitet wird.

[0076] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass der Grad der durch das Kompressorsystem durgeführten Komprimierung des Anfangs-Gasgemisches erhöht wird, wenn auf Grund eines erhöhten Luftwechsels das Gasseparationssystem von dem ersten Betriebsmodus auf den zweiten Betriebsmodus umgeschaltet werden muss. In einer beispielhaften Ausführungsform ist es in diesem Zusammenhang denkbar, den Grad der durchgeführten Komprimierung von ursprünglich 1,5 bis 2,0 bar auf 7,0 bis 9,0 bar zu erhöhen. In anderen Ausführungsformen ist eine Erhöhung der Komprimierung auf bis zu 25,0 bar denkbar. Die Erfindung ist insbesondere nicht auf die zuvor angegebenen beispielhaften Werte beschränkt.

[0077] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass das Gasseparationssystem in dem zweiten Betriebsmodus betrieben wird, wenn die Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich - insbesondere aufgrund einer im zeitlichen Mittelwert erhöhten Luftwechselrate - einen vorab festgelegten oder festlegbaren oberen Grenzwert überschreitet, wobei dieser vorab festgelegte oder festlegbare obere Grenzwert der Sauerstoffkonzentration vorzugsweise einer Sauerstoffkonzentration entspricht, die auf oder oberhalb der Sauerstoffkonzentration liegt, die der vorab festgelegten Betriebskonzentration entspricht. Vorzugsweise entspricht der vorab festgelegte oder festlegbare obere Grenzwert der Sauerstoffkonzentration einer Sauerstoffkonzentration, die um maximal 1,0 Vol.% und vorzugsweise um maximal 0,2 Vol.-% oberhalb der Sauerstoffkonzentration liegt, welche der vorab festgelegten Betriebskonzentration entspricht.

[0078] In diesem Zusammenhang ist es insbesondere auch denkbar, dass das Gasseparationssystem in dem zweiten Betriebsmodus in mindestens zwei vorab festgelegten, unterschiedlichen Leistungsstufen betreibbar ist, wobei sich die mindestens zwei Leistungsstufen darin unterscheiden, dass - im Vergleich zu einer ersten Leistungsstufe - in einer zweiten Leistungsstufe die pro Zeiteinheit von dem Gasseparationssystem bereitstellbare Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches höher ist, und zwar bezogen auf einen vorab festgelegten Referenzwert einer Restsauerstoffkonzentration. Hierbei ist es von Vorteil, wenn in Abhängigkeit von dem Grad der Überschreitung des vorab festgelegten oder festlegbaren oberen Grenzwertes der Sauerstoffkonzentration die Leistungsstufe des Gasseparationssystems in dem zweiten Betriebsmodus vorzugsweise automatisch ausgewählt wird.

[0079] Alternativ oder zusätzlich hierzu ist es denkbar, ferner eine weitere, von dem Gasseparationssystem unabhängige Inertgasquelle vorzusehen, insbesondere in Gestalt eines Druckgasspeichers, in welchem ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch oder Inertgas in komprimierter Form gespeichert wird. Die weitere Inertgasquelle wird strömungsmäßig mit dem umschlossenen Bereich verbunden, wenn die Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich - insbesondere aufgrund einer im zeitlichen Mittelwert erhöhten Luftwechselrate - einen vorab festgelegten oder festlegbaren oberen Grenzwert überschreitet. Auch hier entspricht der vorab festgelegte oder festlegbare obere Grenzwert vorzugsweise einer Sauerstoffkonzentration, die auf oder oberhalb der Sauerstoffkonzentration liegt, die der vorab festgelegten Betriebskonzentration entspricht. Vorzugsweise entspricht dabei der vorab festgelegte oder festlegbare obere Grenzwert einer Sauerstoffkonzentration, die um maximal 1 Vol.-% und vorzugsweise um maximal 0,2 Vol.-% oberhalb der Sauerstoffkonzentration liegt, welche der Betriebskonzentration entspricht.

[0080] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist ferner eine Einrichtung zum bedarfsweisen Reduzieren einer beschickungsabhängigen Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches vorgesehen, wobei die beschickungsabhän-

gige Luftwechselrate einen Luftwechsel berücksichtigt, der bedingt ist durch zum Zwecke einer Beschickung und/oder Begehung bedarfsweise ausbildbare Öffnungen in der Raumbühle des umschlossenen Bereiches. Diese Einrichtung ist ausgebildet, vorzugsweise automatisch die beschickungsabhängige Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches zu reduzieren, wenn die Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich einen vorab festgelegten oder festlegbaren oberen Grenzwert überschreitet. Der vorab festgelegte oder festlegbare obere Grenzwert entspricht vorzugsweise einer Sauerstoffkonzentration, die auf oder oberhalb der Sauerstoffkonzentration liegt, die der vorab festgelegten Betriebskonzentration entspricht.

[0081] Demnach ist es denkbar, über ein geeignetes Beschickungsmanagement zumindest zeitweise die beschickungsabhängige Luftwechselrate, und somit auch die Gesamt-Luftwechselrate zu reduzieren. Denkbar hierbei ist beispielsweise, dass im Rahmen des Beschickungsmanagements nur noch eine limitierte Anzahl von Türen oder Tore geöffnet werden können und/oder die Öffnungszeiten limitiert werden.

[0082] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass das Gasseparationssystem ferner in einem dritten Betriebsmodus betreibbar ist, in welchem - im Vergleich zum ersten Betriebsmodus - die kontinuierlich pro Zeiteinheit am Auslass bereitgestellte Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches - bezogen auf einen Referenzwert einer Restsauerstoffkonzentration - verringert ist. Hierbei sollte in dem ersten Betriebsmodus die spezifische Leistung des Gasseparationssystems höher sein als die spezifische Leistung des Gasseparationssystems in dem dritten Betriebsmodus.

[0083] Insbesondere ist es in diesem Zusammenhang denkbar, das Gasseparationssystem in dem dritten Betriebsmodus zu betreiben, wenn die Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich - insbesondere aufgrund einer im zeitlichen Mittelwert reduzierten mittleren Gesamt-Luftwechselrate - einen vorab festlegbaren unteren Grenzwert unterschreitet. Dieser vorab festlegbare untere Grenzwert entspricht insbesondere einer Sauerstoffkonzentration, die auf oder oberhalb der Sauerstoffkonzentration liegt, die der vorab festlegbaren unteren Grenzkonzentration entspricht oder oberhalb der vorab festlegbaren unteren Grenzkonzentration liegt.

[0084] Zum Betreiben des Gasseparationssystems in den unterschiedlichen Betriebsmodi ist es aber auch denkbar, wenn das Gasseparationssystem eine Vielzahl von parallel betreibbaren Stickstoffgeneratoren aufweist, wobei diese Stickstoffgeneratoren bedarfsweise zu- oder ausgeschaltet werden.

[0085] Kurz zusammengefasst betrifft die vorliegende Erfindung insbesondere eine Anlage zum Halten eines reduzierten Sauerstoffgehaltes in der Raumluft eines umschlossenen Bereiches unterhalb einer vorab festgelegten und im Vergleich zur Sauerstoffkonzentration der normalen Umgebungsluft reduzierten Betriebskonzentration, wobei die Anlage ein kontinuierlich betriebenes Gasseparationssystem aufweist, welches derart ausgelegt ist, dass bei einem kontinuierlichen Betrieb des Gasseparationssystems die Sauerstoffkonzentration in der Raumluft des umschlossenen Bereiches stets in einem Bereich zwischen der vorab festgelegten Betriebskonzentration und einer vorab festgelegten oder festlegbaren unteren Grenzkonzentration liegt.

[0086] Vorzugsweise ist die Sauerstoffreduzierungsanlage einem umschlossenen Bereich zugeordnet, dessen Gesamt-Luftwechselrate hinsichtlich der Zeit zyklisch variiert, wobei jeder Zeitzyklus in mehrere aufeinanderfolgende Zeitperioden aufgeteilt ist, und wobei für jede Zeitperiode eine mittlere Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches einen entsprechenden Wert annimmt. Hierbei ist das Gasseparationssystem unter Berücksichtigung der jeweiligen Dauer der Zeitperioden sowie unter Berücksichtigung der jeweiligen mittleren Gesamt-Luftwechselraten derart ausgelegt, dass bei einem kontinuierlichen Betrieb des Gasseparationssystems die Sauerstoffkonzentration in der Raumluft des umschlossenen Bereiches stets in einem Bereich zwischen der vorab festgelegten Betriebskonzentration und der vorab festgelegten oder festlegbaren unteren Grenzkonzentration liegt.

[0087] In einer besonders bevorzugten Realisierung ist der Zeitzyklus ein Wochenzyklus, wobei kontinuierlich während mindestens einer ersten Zeitperiode von vorzugsweise mindestens 4 bis 48 Stunden, insbesondere von mindestens 4 bis 24 Stunden, und noch bevorzugter von mindestens 6 bis 24 Stunden, die mittlere Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches einer beschickungsunabhängigen Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches entspricht, und wobei während der übrigen Zeit des Wochenzyklus die mittlere Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches einer Summe, insbesondere einer gewichteten Summe aus einer beschickungsabhängigen Luftwechselrate und einer beschickungsunabhängigen Luftwechselrate entspricht.

[0088] Das Gasseparationssystem der erfindungsgemäßen Sauerstoffreduzierungsanlage ist dabei derart ausgelegt, dass bei einem kontinuierlichen Betrieb des Gasseparationssystems die Sauerstoffkonzentration in der Raumluft des umschlossenen Bereiches während der mindestens einen ersten Zeitperiode derart reduziert wird, dass auch während der übrigen Zeit des Wochenzyklus die Sauerstoffkonzentration in der Raumluft des umschlossenen Bereiches die Auslegungskonzentration nicht überschreitet. Anschaulich gesehen ist die Sauerstoffreduzierungsanlage also derart ausgelegt, dass während einer einkalkulierten Ruhezeit mit niedriger Luftwechselrate ein Stickstoffpuffer im umschlossenen Bereich aufgebaut wird. Dieser Puffer gleicht dann die höhere Luftwechselrate während der Betriebszeiten aus, sodass dieser Ausgleich nicht von der Sauerstoffreduzierungsanlage erbracht werden muss und diese gleichmäßig betrieben werden kann.

[0089] Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Fallbeispiele beschränkt, sondern ergibt sich aus einer Zusammenfassung der Erfindung.

menschau sämtlicher hierin offenbarter Merkmale.

Patentansprüche

1. Anlage zum Reduzieren des Sauerstoffgehalts in der Raumatmosphäre eines umschlossenen Bereiches und/oder zum Halten eines reduzierten Sauerstoffgehaltes in der Raumatmosphäre eines umschlossenen Bereiches unterhalb einer vorab festgelegten und im Vergleich zur Sauerstoffkonzentration der normalen Umgebungsluft reduzierten Betriebskonzentration, wobei die Anlage ein Gasseparationssystem aufweist, dessen Auslass strömungsmäßig mit dem umschlossenen Bereich verbunden ist zum kontinuierlichen Zuführen eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches oder sauerstoffverdrängenden Gases, wobei das Gasseparationssystem derart ausgelegt ist, dass bei einem kontinuierlichen Betrieb des Gasseparationssystems in einem ersten Betriebsmodus, in welchem am Auslass des Gasseparationssystems pro Zeiteinheit eine innerhalb eines vorab festgelegten oder festlegbaren Bereiches liegende Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches kontinuierlich bereitgestellt wird, die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches stets in einem Bereich zwischen der vorab festgelegten Betriebskonzentration und einer vorab festgelegten oder festlegbaren unteren Grenzkonzentration liegt.
2. Anlage nach Anspruch 1, wobei die Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches hinsichtlich der Zeit zyklisch variiert, wobei jeder Zeitzyklus in mehrere aufeinanderfolgende Zeitperioden aufgeteilt ist, und wobei für jede Zeitperiode eine mittlere Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches einen entsprechenden Wert annimmt, wobei das Gasseparationssystem unter Berücksichtigung der jeweiligen Dauer der Zeitperioden sowie unter Berücksichtigung der jeweiligen mittleren Gesamt-Luftwechselraten derart ausgelegt ist, dass bei einem kontinuierlichen Betrieb des Gasseparationssystems in dem ersten Betriebsmodus die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches stets in einem Bereich zwischen der vorab festgelegten Betriebskonzentration und der vorab festgelegten oder festlegbaren unteren Grenzkonzentration liegt.
3. Anlage nach Anspruch 2, wobei innerhalb einer ersten Zeitperiode der mehreren aufeinanderfolgenden Zeitperioden eines Zeitzyklus die mittlere Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches innerhalb eines ersten Wertbereiches liegt, und wobei innerhalb mindestens einer zweiten Zeitperiode der mehreren aufeinanderfolgenden Zeitperioden des Zeitzyklus die mittlere Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches innerhalb mindestens eines zweiten Wertbereiches liegt, wobei der Mittelwert des mindestens einen zweiten Wertbereiches größer ist als der Mittelwert des ersten Wertbereiches, und wobei das Gasseparationssystem unter Berücksichtigung der Zeitdauer der ersten und der mindestens einen zweiten Zeitperiode sowie unter Berücksichtigung der mittleren Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches während der ersten und der mindestens einen zweiten Zeitperiode derart ausgelegt ist, dass bei einem kontinuierlichen Betrieb des Gasseparationssystems in dem ersten Betriebsmodus die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches stets in einem Bereich zwischen der vorab festgelegten Betriebskonzentration und der vorab festlegbaren unteren Grenzkonzentration liegt.
4. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, insbesondere nach Anspruch 2 oder 3, wobei bei einem kontinuierlichen Betrieb des Gasseparationssystems in dem ersten Betriebsmodus die am Auslass des Gasseparationssystems pro Zeiteinheit kontinuierlich bereitgestellte Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches in Abhängigkeit von mindestens einem der nachfolgend aufgeführten Parametern gewählt ist:
 - dem Raumvolumen des umschlossenen Bereiches;
 - einer beschickungsunabhängigen Luftwechselrate durch Leckagen in der Raumhülle des umschlossenen Bereiches; und/oder
 - einer beschickungsabhängigen Luftwechselrate durch zum Zwecke der Beschickung und/oder Begehung bedarfsweise ausbildbare Öffnungen in der Raumhülle des umschlossenen Bereiches.
5. Anlage nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei der Zeitzyklus ein Wochenzyklus ist, und wobei kontinuierlich während mindestens einer ersten Zeitperiode von vorzugsweise mindestens 4 bis 48 Stunden, insbesondere von mindestens 4 bis 24 Stunden, und noch bevorzugter von mindestens 6 bis 24 Stunden, die mittlere Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches einer beschickungsunabhängigen Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches entspricht, und wobei während der übrigen Zeit des Wochenzyklus die mittlere Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches einer Summe, insbesondere einer gewichteten Summe aus einer beschickungsabhängigen Luftwechselrate und einer beschickungsunabhängigen Luftwechselrate entspricht, wobei das Gasseparationssystem derart ausgelegt ist, dass bei einem kontinuierlichen Betrieb des Gasseparationssystems in dem

ersten Betriebsmodus die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches während der mindestens einen ersten Zeitperiode derart reduziert wird, dass auch während der übrigen Zeit des Wochenzyklus die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches die Betriebskonzentration nicht überschreitet.

- 5 6. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Gasseparationssystem ferner in einem zweiten Betriebsmodus betreibbar ist, in welchem - im Vergleich zum ersten Betriebsmodus - die kontinuierlich pro Zeiteinheit am Auslass bereitgestellte Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches - bezogen auf einen Referenzwert einer Restsauerstoffkonzentration - erhöht ist, wobei in dem ersten Betriebsmodus die spezifische Leistung des Gasseparationssystems insbesondere geringer ist als die spezifische Leistung des Gasseparationssystems in dem zweiten Betriebsmodus.
- 10 7. Anlage nach Anspruch 6, wobei das Gasseparationssystem ausgelegt ist, wahlweise in einem VPSA-Modus oder in einem PSA-Modus betrieben zu werden, und wobei der ersten Betriebsmodus des Gasseparationssystems dem VPSA-Modus entspricht und der zweite Betriebsmodus des Gasseparationssystems dem PSA-Modus entspricht.
- 15 8. Anlage nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Anlage ein mit dem Gasseparationssystem verbundenes Kompressorsystem aufweist zum Komprimieren eines Anfangs-Gasgemisches, wobei das Gasseparationssystem ausgebildet ist, zumindest ein Teil des in dem komprimierten Anfangs-Gasgemisches enthaltenen Sauerstoffs abzutrennen und an einem Ausgang des Gasseparationssystems ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch bereitzustellen, und wobei das Verdichtungsverhältnis des Kompressorsystems einstellbar ist derart, dass das Anfangs-Gasgemisch im Kompressorsystem wahlweise auf einen ersten niedrigen Druckwert oder einen zweiten, hohen Druckwert, insbesondere auf einen ersten Druck von 1,5 bis 2,0 bar oder einen zweiten Druck von 7,0 bis 9,0 bar, komprimierbar ist, und wobei in dem ersten Betriebsmodus des Gasseparationssystems das Anfangs-Gasgemisch auf den ersten Druckwert und in dem zweiten Betriebsmodus das Anfangs-Gasgemisch auf den zweiten Druckwert komprimiert wird.
- 20 9. Anlage nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei das Gasseparationssystem in dem zweiten Betriebsmodus betrieben wird, wenn die Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich - insbesondere aufgrund einer im zeitlichen Mittelwert erhöhten Luftwechselrate - einen vorab festgelegten oder festlegbaren oberen Grenzwert überschreitet, wobei der vorab festgelegte oder festlegbare obere Grenzwert der Sauerstoffkonzentration vorzugsweise einer Sauerstoffkonzentration entspricht, die auf oder oberhalb der Sauerstoffkonzentration liegt, die der vorab festgelegten Betriebskonzentration entspricht, und wobei der vorab festgelegte oder festlegbare obere Grenzwert der Sauerstoffkonzentration vorzugsweise insbesondere einer Sauerstoffkonzentration entspricht, die um maximal 1 Vol.-% und vorzugsweise um maximal 0,2 Vol.-% oberhalb der Sauerstoffkonzentration liegt, welche der Betriebskonzentration entspricht.
- 25 30 35 10. Anlage nach Anspruch 9, wobei in dem zweiten Betriebsmodus das Gasseparationssystem in mindestens zwei vorab festgelegten, unterschiedlichen Leistungsstufen betreibbar ist, wobei sich die mindestens zwei Leistungsstufen darin unterscheiden, dass - im Vergleich zu einer ersten Leistungsstufe - in einer zweiten Leistungsstufe die pro Zeiteinheit von dem Gasseparationssystem bereitstellbare Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches höher ist, und zwar bezogen auf einen vorab festgelegten Referenzwert eines Sauerstoffrestgehaltes, und wobei in Abhängigkeit von dem Grad der Überschreitung des vorab festgelegten oder festlegbaren oberen Grenzwertes der Sauerstoffkonzentration die Leistungsstufe des Gasseparationssystems in dem zweiten Betriebsmodus vorzugsweise automatisch ausgewählt wird.
- 40 45 50 55 11. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei ferner eine weitere, von dem Gasseparationssystem unabhängige Inertgasquelle vorgesehen ist, insbesondere in Gestalt eines Druckgasspeichers, in welchem ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch oder Inertgas in komprimierter Form gespeichert wird, wobei die weitere Inertgasquelle strömungsmäßig mit dem umschlossenen Bereich verbunden wird, wenn die Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich - insbesondere aufgrund einer im zeitlichen Mittelwert erhöhten Luftwechselrate - einen vorab festgelegten oder festlegbaren oberen Grenzwert überschreitet, wobei der vorab festgelegte oder festlegbare obere Grenzwert der Sauerstoffkonzentration vorzugsweise einer Sauerstoffkonzentration entspricht, die auf oder oberhalb der Sauerstoffkonzentration liegt, die der vorab festgelegten Betriebskonzentration entspricht, und wobei der vorab festgelegte oder festlegbare obere Grenzwert der Sauerstoffkonzentration vorzugsweise insbesondere einer Sauerstoffkonzentration entspricht, die um maximal 1 Vol.-% und vorzugsweise um maximal 0,2 Vol.-% oberhalb der Sauerstoffkonzentration liegt, welche der Betriebskonzentration entspricht.
12. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei ferner eine Einrichtung zum bedarfsweisen Reduzieren einer

beschickungsabhängigen Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches vorgesehen ist, wobei die beschickungsabhängige Luftwechselrate einen Luftwechsel berücksichtigt, der bedingt ist durch zum Zwecke einer Beschickung und/oder Begehung bedarfsweise ausbildbare Öffnungen in der Raumbühle des umschlossenen Bereiches, wobei die Einrichtung ausgebildet ist, vorzugsweise automatisch die beschickungsabhängige Luftwechselrate des um-

5 schlossenen Bereiches zu reduzieren, wenn die Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich einen vorab festgelegten oder festlegbaren oberen Grenzwert überschreitet, wobei der vorab festgelegte oder festlegbare obere Grenzwert der Sauerstoffkonzentration vorzugsweise einer Sauerstoffkonzentration entspricht, die auf oder oberhalb der Sauerstoffkonzentration liegt, die der vorab festgelegten Betriebskonzentration entspricht, und wobei

10 der vorab festgelegte oder festlegbare obere Grenzwert der Sauerstoffkonzentration vorzugsweise insbesondere einer Sauerstoffkonzentration entspricht, die um maximal 1 Vol.-% und vorzugsweise um maximal 0,2 Vol.-% oberhalb der Sauerstoffkonzentration liegt, welche der Betriebskonzentration entspricht.

13. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei das Gasseparationssystem ferner in einem dritten Betriebsmodus betreibbar ist, in welchem - im Vergleich zum ersten Betriebsmodus - die kontinuierlich pro Zeiteinheit am Auslass bereitgestellte Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches - bezogen auf einen Referenzwert einer Restsauerstoffkonzentration - verringert ist, wobei in dem ersten Betriebsmodus die spezifische Leistung des Gasseparationssystems insbesondere höher ist als die spezifische Leistung des Gasseparationssystems in dem dritten Betriebsmodus, und/oder wobei das Gasseparationssystem insbesondere dann in dem dritten Betriebsmodus betrieben wird, wenn die Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich - insbesondere aufgrund einer im zeitlichen Mittelwert reduzierten mittleren Gesamt-Luftwechselrate - einen vorab festlegbaren unteren Grenzwert unterschreitet, wobei der vorab festlegbare untere Grenzwert der Sauerstoffkonzentration einer Sauerstoffkonzentration entspricht, die auf oder oberhalb der Sauerstoffkonzentration liegt, die der vorab festgelegten oder festlegbaren unteren Grenzkonzentration entspricht.

14. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die vorab festgelegte Betriebskonzentration der Auslegungskonzentration entspricht; und/oder wobei die vorab festgelegte oder festlegbare untere Grenzkonzentration bei maximal 3 Vol.-% Sauerstoff und noch bevorzugter bei maximal 0,5 Vol.-% Sauerstoff unterhalb der vorab festgelegten Betriebskonzentration entsprechenden Sauerstoffgehalts liegt; und/oder wobei das Gasseparationssystem eine Vielzahl von parallel betreibbaren Stickstoffgeneratoren aufweist.

15. Verfahren zum Auslegen einer Sauerstoffreduzierungsanlage für einen umschlossenen Bereich, wobei das Verfahren die folgenden Verfahrensschritte aufweist:

- i) Aufteilen eines vorab festgelegten Zeitzyklus in mehrere aufeinander folgende Zeitperioden;
- ii) Ermitteln einer mittleren Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches für jede Zeitperiode;
- iii) Wichten der ermittelten mittleren Gesamt-Luftwechselraten hinsichtlich der entsprechenden Zeitdauern der zugehörigen Zeitperioden; und
- iv) Anpassen bzw. Auswählen eines Gasseparationssystems der Sauerstoffreduzierungsanlage unter Berücksichtigung der gewichteten, mittleren Gesamt-Luftwechselraten des umschlossenen Bereiches derart, dass bei einem kontinuierlichen Betrieb des Gasseparationssystems in einem ersten Betriebsmodus, in welchem am Auslass des Gasseparationssystems pro Zeiteinheit eine innerhalb eines vorab festgelegten oder festlegbaren Bereiches liegende Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches oder sauerstoffverdrängenden Gases kontinuierlich bereitgestellt wird, die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosfera des umschlossenen Bereiches stets in einem Bereich zwischen einer vorab festgelegten Betriebskonzentration und einer vorab festlegbaren unteren Grenzkonzentration liegt.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Anlage zum Reduzieren des Sauerstoffgehalts in der Raumatmosfera eines umschlossenen Bereiches und/oder zum Halten eines reduzierten Sauerstoffgehaltes in der Raumatmosfera eines umschlossenen Bereiches unterhalb einer vorab festgelegten und im Vergleich zur Sauerstoffkonzentration der normalen Umgebungsluft reduzierten Betriebskonzentration, wobei die Anlage ein Gasseparationssystem aufweist, dessen Auslass strömungsmässig mit dem umschlossenen Bereich verbunden ist zum kontinuierlichen Zuführen eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches oder sauerstoffverdrängenden Gases, wobei das Gasseparationssystem derart ausgelegt ist, dass bei einem kontinuierlichen Betrieb des Gasseparationssystems in einem ersten Betriebsmodus, in welchem am Auslass des Gasseparationssystems pro Zeiteinheit eine innerhalb eines vorab festgelegten oder festlegbaren Bereiches lie-

gende Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches kontinuierlich bereitgestellt wird, die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches stets in einem Bereich zwischen der vorab festgelegten Betriebskonzentration und einer vorab festgelegten oder festlegbaren unteren Grenzkonzentration liegt, wobei die Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches hinsichtlich der Zeit zyklisch variiert, wobei jeder Zeitzyklus in mehrere aufeinanderfolgende Zeitperioden aufgeteilt ist, und wobei für jede Zeitperiode eine mittlere Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches einen entsprechenden Wert annimmt, wobei das Gasseparationsystem unter Berücksichtigung der jeweiligen Dauer der Zeitperioden sowie unter Berücksichtigung der jeweiligen mittleren Gesamt-Luftwechselraten derart ausgelegt ist, dass bei einem kontinuierlichen Betrieb des Gasseparationsystems in dem ersten Betriebsmodus die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches stets in einem Bereich zwischen der vorab festgelegten Betriebskonzentration und der vorab festgelegten oder festlegbaren unteren Grenzkonzentration liegt, wobei der Zeitzyklus ein Wochenzyklus ist, und wobei kontinuierlich während mindestens einer ersten Zeitperiode von vorzugsweise mindestens 4 bis 48 Stunden, insbesondere von mindestens 4 bis 24 Stunden, und noch bevorzugter von mindestens 6 bis 24 Stunden, die mittlere Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches einer beschickungsunabhängigen Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches entspricht, und wobei während der übrigen Zeit des Wochenzyklus die mittlere Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches einer Summe, insbesondere einer gewichteten Summe aus einer beschickungsabhängigen Luftwechselrate und einer beschickungsunabhängigen Luftwechselrate entspricht, wobei das Gasseparationsystem derart ausgelegt ist, dass bei einem kontinuierlichen Betrieb des Gasseparationsystems in dem ersten Betriebsmodus die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches während der mindestens einen ersten Zeitperiode derart reduziert wird, dass auch während der übrigen Zeit des Wochenzyklus die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches die Betriebskonzentration nicht überschreitet.

2. Anlage nach Anspruch 1,

wobei innerhalb einer ersten Zeitperiode der mehreren aufeinanderfolgenden Zeitperioden eines Zeitzyklus die mittlere Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches innerhalb eines ersten Wertbereiches liegt, und wobei innerhalb mindestens einer zweiten Zeitperiode der mehreren aufeinanderfolgenden Zeitperioden des Zeitzyklus die mittlere Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches innerhalb mindestens eines zweiten Wertbereiches liegt, wobei der Mittelwert des mindestens einen zweiten Wertbereiches größer ist als der Mittelwert des ersten Wertbereiches, und wobei das Gasseparationsystem unter Berücksichtigung der Zeitdauer der ersten und der mindestens einen zweiten Zeitperiode sowie unter Berücksichtigung der mittleren Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches während der ersten und der mindestens einen zweiten Zeitperiode derart ausgelegt ist, dass bei einem kontinuierlichen Betrieb des Gasseparationsystems in dem ersten Betriebsmodus die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches stets in einem Bereich zwischen der vorab festgelegten Betriebskonzentration und der vorab festlegbaren unteren Grenzkonzentration liegt.

3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2,

wobei bei einem kontinuierlichen Betrieb des Gasseparationsystems in dem ersten Betriebsmodus die am Auslass des Gasseparationsystems pro Zeiteinheit kontinuierlich bereitgestellte Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches in Abhängigkeit von mindestens einem der nachfolgend aufgeführten Parametern gewählt ist:

- dem Raumvolumen des umschlossenen Bereiches;
- einer beschickungsunabhängigen Luftwechselrate durch Leckagen in der Raumhülle des umschlossenen Bereiches; und/oder
- einer beschickungsabhängigen Luftwechselrate durch zum Zwecke der Beschickung und/oder Begehung bedarfsweise ausbildbare Öffnungen in der Raumhülle des umschlossenen Bereiches.

4. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

wobei das Gasseparationsystem ferner in einem zweiten Betriebsmodus betreibbar ist, in welchem - im Vergleich zum ersten Betriebsmodus - die kontinuierlich pro Zeiteinheit am Auslass bereitgestellte Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches - bezogen auf einen Referenzwert einer Restsauerstoffkonzentration - erhöht ist, wobei in dem ersten Betriebsmodus die spezifische Leistung des Gasseparationsystems insbesondere geringer ist als die spezifische Leistung des Gasseparationsystems in dem zweiten Betriebsmodus.

5. Anlage nach Anspruch 4,

wobei das Gasseparationsystem ausgelegt ist, wahlweise in einem VPSA-Modus oder in einem PSA-Modus betrieben zu werden, und wobei der ersten Betriebsmodus des Gasseparationsystems dem VPSA-Modus entspricht und der zweite Betriebsmodus des Gasseparationsystems dem PSA-Modus entspricht.

6. Anlage nach Anspruch 4 oder 5,

wobei die Anlage ein mit dem Gasseparationssystem verbundenes Kompressorsystem aufweist zum Komprimieren eines Anfangs-Gasgemisches, wobei das Gasseparationssystem ausgebildet ist, zumindest ein Teil des in dem komprimierten Anfangs-Gasgemisches enthaltenen Sauerstoffs abzutrennen und an einem Ausgang des Gasseparationssystems ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch bereitzustellen, und wobei das Verdichtungsverhältnis des Kompressorsystems einstellbar ist derart, dass das Anfangs-Gasgemisch im Kompressorsystem wahlweise auf einen ersten niedrigen Druckwert oder einen zweiten, hohen Druckwert, insbesondere auf einen ersten Druck von 1,5 bis 2,0 bar oder einen zweiten Druck von 7,0 bis 9,0 bar, komprimierbar ist, und wobei in dem ersten Betriebsmodus des Gasseparationssystems das Anfangs-Gasgemisch auf den ersten Druckwert und in dem zweiten Betriebsmodus das Anfangs-Gasgemisch auf den zweiten Druckwert komprimiert wird.

7. Anlage nach einem der Ansprüche 4 bis 6,

wobei das Gasseparationssystem in dem zweiten Betriebsmodus betrieben wird, wenn die Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich - insbesondere aufgrund einer im zeitlichen Mittelwert erhöhten Luftwechselrate - einen vorab festgelegten oder festlegbaren oberen Grenzwert überschreitet, wobei der vorab festgelegte oder festlegbare obere Grenzwert der Sauerstoffkonzentration vorzugsweise einer Sauerstoffkonzentration entspricht, die auf oder oberhalb der Sauerstoffkonzentration liegt, die der vorab festgelegten Betriebskonzentration entspricht, und wobei der vorab festgelegte oder festlegbare obere Grenzwert der Sauerstoffkonzentration vorzugsweise insbesondere einer Sauerstoffkonzentration entspricht, die um maximal 1 Vol.-% und vorzugsweise um maximal 0,2 Vol.-% oberhalb der Sauerstoffkonzentration liegt, welche der Betriebskonzentration entspricht.

8. Anlage nach Anspruch 7,

wobei in dem zweiten Betriebsmodus das Gasseparationssystem in mindestens zwei vorab festgelegten, unterschiedlichen Leistungsstufen betreibbar ist, wobei sich die mindestens zwei Leistungsstufen darin unterscheiden, dass - im Vergleich zu einer ersten Leistungsstufe - in einer zweiten Leistungsstufe die pro Zeiteinheit von dem Gasseparationssystem bereitstellbare Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches höher ist, und zwar bezogen auf einen vorab festgelegten Referenzwert eines Sauerstoffrestgehaltes, und wobei in Abhängigkeit von dem Grad der Überschreitung des vorab festgelegten oder festlegbaren oberen Grenzwertes der Sauerstoffkonzentration die Leistungsstufe des Gasseparationssystems in dem zweiten Betriebsmodus vorzugsweise automatisch ausgewählt wird.

9. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

wobei ferner eine weitere, von dem Gasseparationssystem unabhängige Inertgasquelle vorgesehen ist, insbesondere in Gestalt eines Druckgasspeichers, in welchem ein sauerstoffreduziertes Gasgemisch oder Inertgas in komprimierter Form gespeichert wird, wobei die weitere Inertgasquelle strömungsmäßig mit dem umschlossenen Bereich verbunden wird, wenn die Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich - insbesondere aufgrund einer im zeitlichen Mittelwert erhöhten Luftwechselrate - einen vorab festgelegten oder festlegbaren oberen Grenzwert überschreitet, wobei der vorab festgelegte oder festlegbare obere Grenzwert der Sauerstoffkonzentration vorzugsweise einer Sauerstoffkonzentration entspricht, die auf oder oberhalb der Sauerstoffkonzentration liegt, die der vorab festgelegten Betriebskonzentration entspricht, und wobei der vorab festgelegte oder festlegbare obere Grenzwert der Sauerstoffkonzentration vorzugsweise insbesondere einer Sauerstoffkonzentration entspricht, die um maximal 1 Vol.-% und vorzugsweise um maximal 0,2 Vol.-% oberhalb der Sauerstoffkonzentration liegt, welche der Betriebskonzentration entspricht.

10. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

wobei ferner eine Einrichtung zum bedarfsweisen Reduzieren einer beschickungsabhängigen Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches vorgesehen ist, wobei die beschickungsabhängige Luftwechselrate einen Luftwechsel berücksichtigt, der bedingt ist durch zum Zwecke einer Beschickung und/oder Begehung bedarfsweise ausbildbare Öffnungen in der Raumhülle des umschlossenen Bereiches, wobei die Einrichtung ausgebildet ist, vorzugsweise automatisch die beschickungsabhängige Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches zu reduzieren, wenn die Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich einen vorab festgelegten oder festlegbaren oberen Grenzwert überschreitet, wobei der vorab festgelegte oder festlegbare obere Grenzwert der Sauerstoffkonzentration vorzugsweise einer Sauerstoffkonzentration entspricht, die auf oder oberhalb der Sauerstoffkonzentration liegt, die der vorab festgelegten Betriebskonzentration entspricht, und wobei der vorab festgelegte oder festlegbare obere Grenzwert der Sauerstoffkonzentration vorzugsweise insbesondere einer Sauerstoffkonzentration entspricht, die um maximal 1 Vol.-% und vorzugsweise um maximal 0,2 Vol.-% oberhalb der Sauerstoffkonzentration liegt, welche der Betriebskonzentration entspricht.

11. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

wobei das Gasseparationssystem ferner in einem dritten Betriebsmodus betreibbar ist, in welchem - im Vergleich zum ersten Betriebsmodus - die kontinuierlich pro Zeiteinheit am Auslass bereitgestellte Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches - bezogen auf einen Referenzwert einer Restsauerstoffkonzentration - verringert ist, wobei in dem ersten Betriebsmodus die spezifische Leistung des Gasseparationssystems insbesondere höher ist als die spezifische Leistung des Gasseparationssystems in dem dritten Betriebsmodus, und/oder wobei das Gasseparationssystem insbesondere dann in dem dritten Betriebsmodus betrieben wird, wenn die Sauerstoffkonzentration in dem umschlossenen Bereich - insbesondere aufgrund einer im zeitlichen Mittelwert reduzierten mittleren Gesamt-Luftwechselrate - einen vorab festlegbaren unteren Grenzwert unterschreitet, wobei der vorab festlegbare untere Grenzwert der Sauerstoffkonzentration einer Sauerstoffkonzentration entspricht, die auf oder oberhalb der Sauerstoffkonzentration liegt, die der vorab festgelegten oder festlegbaren unteren Grenzkonzentration entspricht.

12. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 11,

wobei die vorab festgelegte Betriebskonzentration der Auslegungskonzentration entspricht; und/oder wobei die vorab festgelegte oder festlegbare untere Grenzkonzentration bei maximal 3 Vol.-% Sauerstoff und noch bevorzugter bei maximal 0,5 Vol.-% Sauerstoff unterhalb des der vorab festgelegten Betriebskonzentration entsprechenden Sauerstoffgehalts liegt; und/oder wobei das Gasseparationssystem eine Vielzahl von parallel betreibbaren Stickstoffgeneratoren aufweist.

13. Verfahren zum Auslegen einer Sauerstoffreduzierungsanlage für einen umschlossenen Bereich, wobei das Verfahren die folgenden Verfahrensschritte aufweist:

- i) Aufteilen eines vorab festgelegten Zeitzyklus in mehrere aufeinander folgende Zeitperioden;
- ii) Ermitteln einer mittleren Gesamt-Luftwechselrate des umschlossenen Bereiches für jede Zeitperiode;
- iii) Wichten der ermittelten mittleren Gesamt-Luftwechselraten hinsichtlich der entsprechenden Zeitdauern der zugehörigen Zeitperioden; und
- iv) Anpassen bzw. Auswählen eines Gasseparationssystems der Sauerstoffreduzierungsanlage unter Berücksichtigung der gewichteten, mittleren Gesamt-Luftwechselraten des umschlossenen Bereiches derart, dass bei einem kontinuierlichen Betrieb des Gasseparationssystems in einem ersten Betriebsmodus, in welchem am Auslass des Gasseparationssystems pro Zeiteinheit eine innerhalb eines vorab festgelegten oder festlegbaren Bereiches liegende Menge eines sauerstoffreduzierten Gasgemisches oder sauerstoffverdrängenden Gases kontinuierlich bereitgestellt wird, die Sauerstoffkonzentration in der Raumatmosphäre des umschlossenen Bereiches stets in einem Bereich zwischen einer vorab festgelegten Betriebskonzentration und einer vorab festlegbaren unteren Grenzkonzentration liegt.

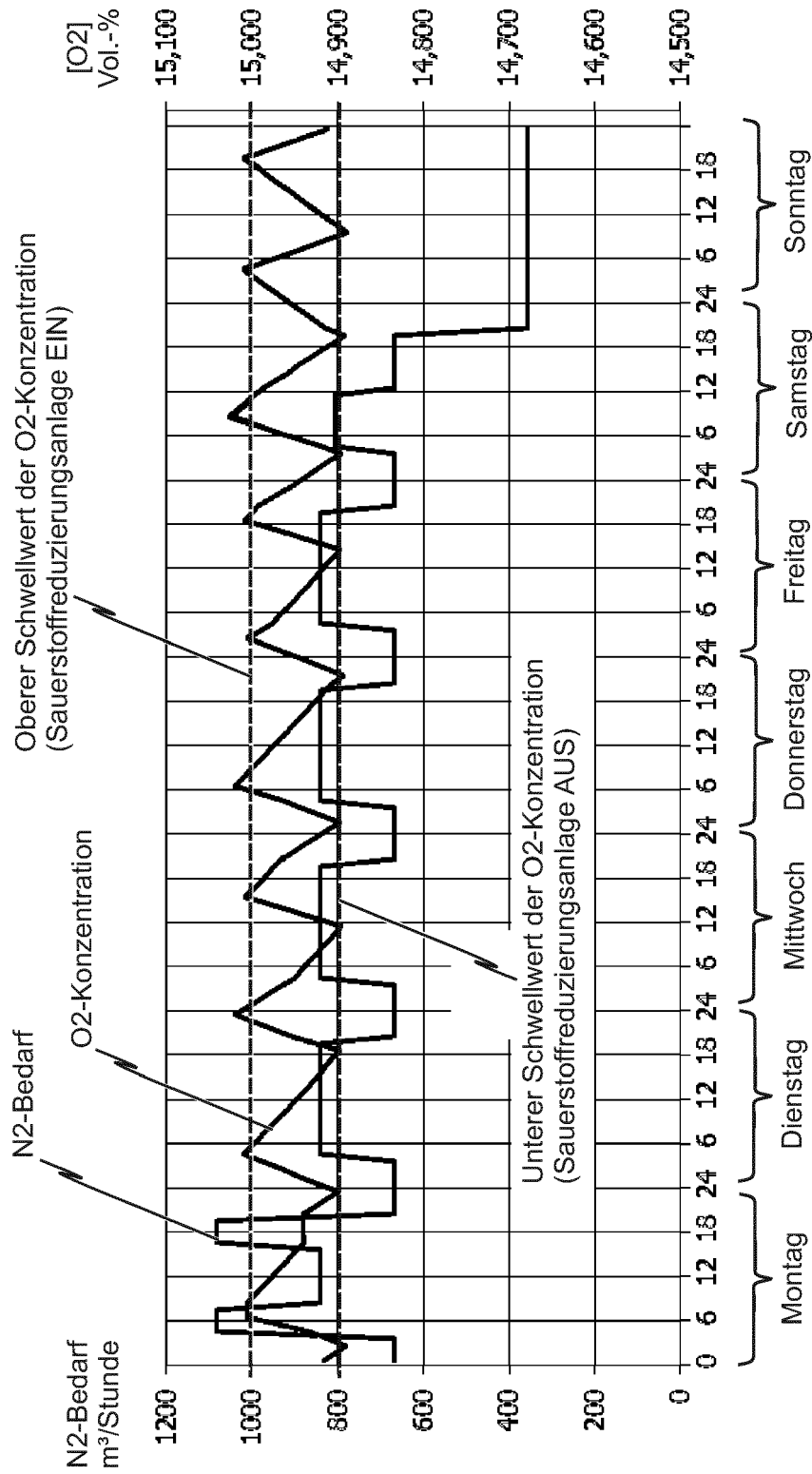


Fig. 1

(Stand der Technik)

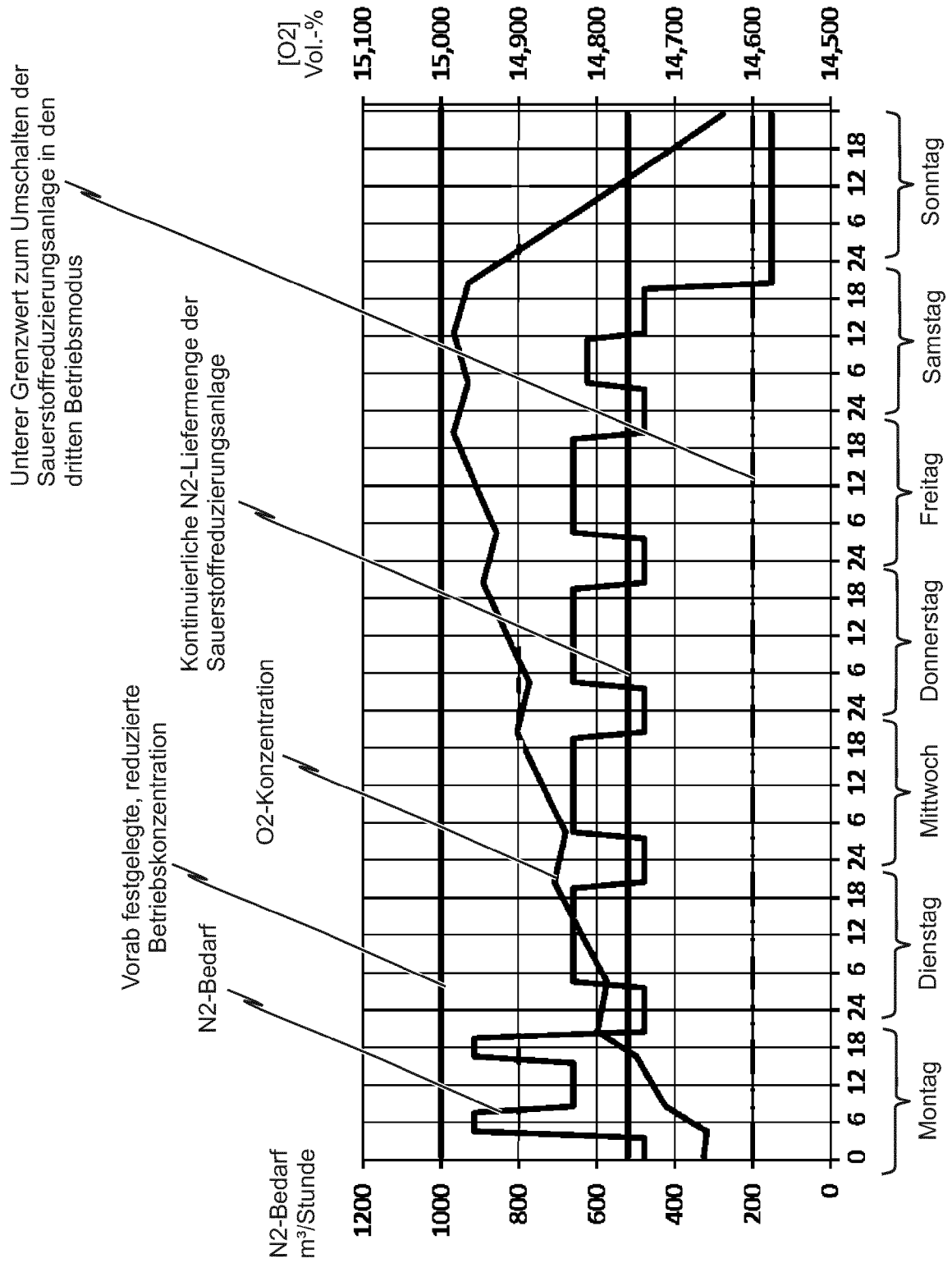


Fig. 2

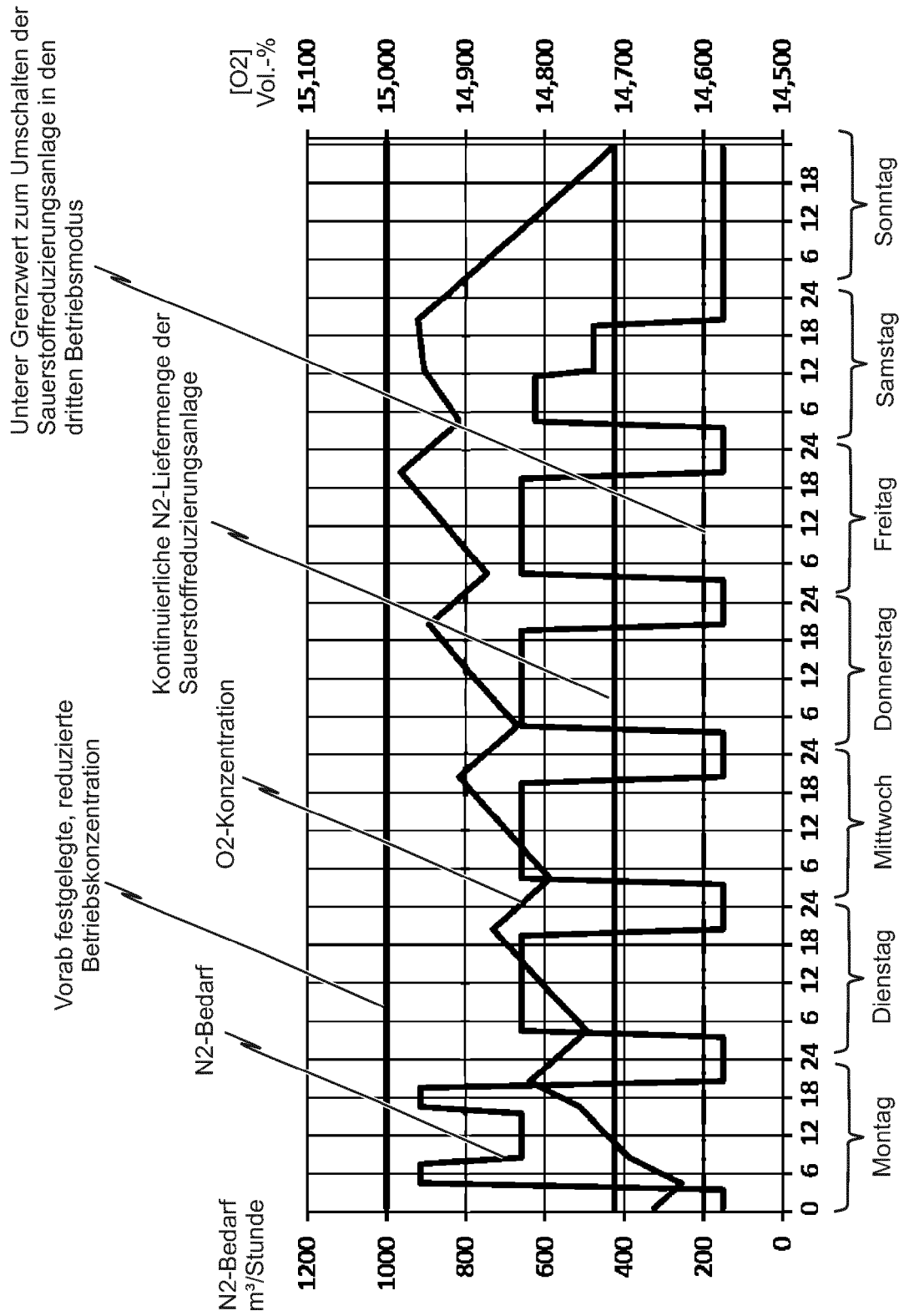


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 15 17 5014

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 2 724 754 A1 (AMRONA AG [CH]) 30. April 2014 (2014-04-30)	1-4,6,7, 9,10,13, 14	INV. A62C99/00
A	* Absatz [0002] - Absatz [0022] * * Ansprüche 1,3,6 * * Absatz [0052] - Absatz [0062] * * Abbildung 1 *	5,8,11, 12,15	
X	US 4 378 920 A (RUNNELS JOE N ET AL) 5. April 1983 (1983-04-05)	1-4, 6-11,13, 14	
A	* Abbildungen 4,5,8 * * Spalte 2, Zeile 43 - Spalte 4, Zeile 43 *	5,12,15	
X	EP 1 550 481 A1 (AMRONA AG [CH]) 6. Juli 2005 (2005-07-06)	1-4, 6-11,13, 14	
A	* Abbildungen * * Absatz [0010] - Absatz [0013] *	5,12,15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			A62C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 15. Dezember 2015	Prüfer Nehrdich, Martin
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 17 5014

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15-12-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2724754 A1	30-04-2014	AU 2013339724 A1	28-05-2015
		CA 2883688 A1	08-05-2014
		CN 104755142 A	01-07-2015
		EP 2724754 A1	30-04-2014
		KR 20150056834 A	27-05-2015
		US 2015323411 A1	12-11-2015
		WO 2014067694 A1	08-05-2014
US 4378920 A	05-04-1983	KEINE	
EP 1550481 A1	06-07-2005	AU 2004308568 A1	14-07-2005
		CA 2551226 A1	14-07-2005
		CN 1889999 A	03-01-2007
		DK 1550481 T3	11-02-2013
		EP 1550481 A1	06-07-2005
		ES 2399215 T3	26-03-2013
		HK 1076415 A1	03-05-2013
		JP 4818932 B2	16-11-2011
		JP 2007516755 A	28-06-2007
		RU 2318560 C1	10-03-2008
		TW 1302843 B	11-11-2008
		UA 86045 C2	25-03-2009
		US 2008011492 A1	17-01-2008
		WO 2005063337 A1	14-07-2005

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82