



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.09.2005 Patentblatt 2005/37

(51) Int Cl.⁷: **A61G 10/02**, F24F 11/00,
A63B 22/00

(21) Anmeldenummer: **05090036.4**

(22) Anmeldetag: **22.02.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

(72) Erfinder:

- **Spiegel, Volker**
13125 Berlin (DE)
- **Fuchs, Ulrich**
13055 Berlin (DE)

(30) Priorität: 08.03.2004 DE 102004012097

(74) Vertreter: **Eisenführ, Speiser & Partner**
Anna-Louisa-Karsch-Strasse 2
10178 Berlin (DE)

(71) Anmelder: **L.O.T. Low Oxygen Technology GmbH**
13125 Berlin (DE)

(54) **Aufenthaltsraum mit variabler Raumlufatmosphäre**

(57) Die Erfindung betrifft einen Aufenthaltsraum für Menschen oder Tiere, der mit Raumluft gefüllt und ausgebildet ist, wenigstens für eine kurze Zeitdauer wenigstens einen geringen Überdruck gegenüber einer den Aufenthaltsraum umgebenden Außenatmosphäre zu halten, wobei der Aufenthaltsraum mit einer Raumluftanlage verbunden ist, die ausgebildet ist, der Raumluft in dem Aufenthaltsraum automatisch oder von Hand gesteuert stickstoffhaltiges Gas mit einem Stickstoffanteil

größer 90 Vol. % oder sauerstoffhaltiges Gas mit einem Sauerstoffanteil größer 60 Vol. % derart zuzuführen, dass in dem Aufenthaltsraum wahlweise hyperoxische oder hypoxische Raumlufatmosphären mit einer jeweiligen Sauerstoffkonzentration zwischen wenigstens 25 Vol.% und weniger als 18 Vol.% einzustellen sind und eine Änderung der Raumlufatmosphäre bezüglich der Sauerstoffkonzentration mit einem Gradienten von mindestens 1 Vol. % O_2 pro Minute möglich ist.

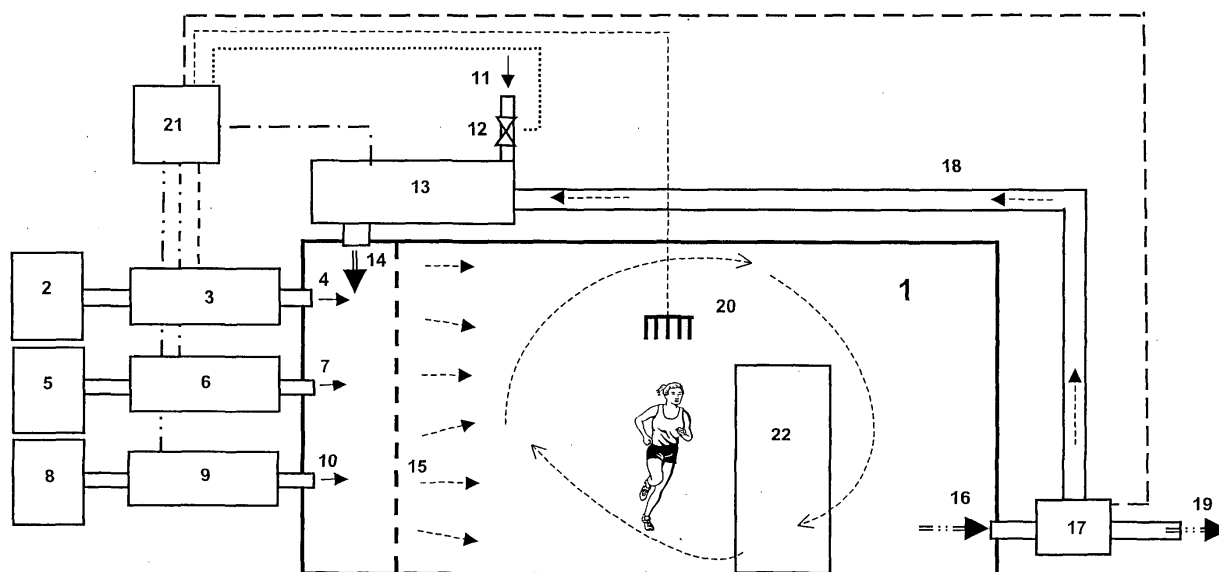


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Aufenthaltsraum, insbesondere für Menschen oder Säugetiere, der mit Raumluft gefüllt ist, deren Raumluftatmosphäre einstellbar ist. Der Aufenthaltsraum ist derart dicht, dass er für eine kurze Zeitdauer wenigstens einen geringen Überdruck gegenüber einer den Aufenthaltsraum umgebenden Außenatmosphäre halten kann. Überdruck bezieht sich dabei auf den Gesamtluftdruck in dem Aufenthaltsraum und nicht auf die Partialdrücke der Luftbestandteile. Der Aufenthaltsraum ist mit einer Raumluftanlage verbunden, die ausgebildet ist, der Raumluft in dem Aufenthaltsraum stickstoffhaltiges Gas zuzuführen. Unter stickstoffhaltigem Gas wird ein Gas mit einem gegenüber der Raumluft erhöhten Stickstoffanteil oder auch mehr oder weniger reiner Stickstoff verstanden.

[0002] Derartige Aufenthaltsräume sind beispielsweise aus dem deutschen Gebrauchsmuster 202 60 632 bekannt. Der dort beschriebene Aufenthaltsraum dient insbesondere als Sportübungsraum dem Höhenlufttraining in einer Raumluftatmosphäre mit gegenüber einer Normalatmosphäre abgesenktem Sauerstoffpartialdruck, so dass der in dem Aufenthaltsraum herrschende Sauerstoffpartialdruck dem einer Höhenluftatmosphäre in beispielsweise 2000 m Höhe entspricht.

[0003] Ein derartiger Sportübungsraum nutzt die an sich bekannte Wirkung einer hypoxischen Atmosphäre. Eine hypoxische Atmosphäre ist eine Atmosphäre mit einem gegenüber einer Normalatmosphäre abgesenkten Sauerstoffanteil. Umgekehrt ist eine hyperoxische Atmosphäre eine Atmosphäre, deren Sauerstoffanteil größer als ein Sauerstoffanteil einer Normalatmosphäre ist. In den letzten Jahrzehnten gelang es der Sportwissenschaft und der sportmedizinischen Forschung weltweit nachzuweisen, dass die individuelle zielgerichtete Nutzung der Hypoxie sich als sinnvoll erweist.

[0004] Vor diesem Hintergrund besteht das Bedürfnis, einen Aufenthaltsraum zu schaffen, der weiterreichende Anwendungen der Hypoxie erlaubt.

[0005] Erfindungsgemäß wird dieses Ziel durch einen Aufenthaltsraum der eingangs genannten Art erreicht, dessen Raumluftanlage so ausgebildet ist, dass dem Aufenthaltsraum wahlweise automatisch oder von Hand gesteuert stickstoffhaltiges Gas mit einem Stickstoffanteil > 90 Vol. % - oder mehr oder weniger reiner, gasförmiger Stickstoff - oder sauerstoffhaltiges Gas mit einem Sauerstoffanteil > 60 Vol. % derart zuzuführen ist, dass in dem Aufenthaltsraum wahlweise hyperoxische oder hypoxische Raumluftatmosphären mit einer jeweiligen Sauerstoffkonzentration in einem Bereich zwischen mindestens 25 Vol. % und weniger als 18 Vol. % einzustellen sind und eine Änderung der Raumluftatmosphäre bezüglich der Sauerstoffkonzentration mit einem Gradienten von mindestens 1 Vol. % pro Minute möglich ist.

[0006] Zusätzlich ist die Raumluftanlage vorzugsweise dazu ausgebildet, der Raumluft in dem Aufenthalts-

raum automatisch oder von Hand gesteuert kohlendioxidhaltiges Gas oder Kohlendioxid derart zuzuführen, dass in dem Aufenthaltsraum wahlweise hyperkapnische, normokapnische oder hypokapnische Raumluftatmosphäre mit einer jeweiligen Kohlendioxidkonzentration zwischen wenigstens 0,1 Vol. % und weniger als 0,01 Vol. % einzustellen sind.

[0007] Ein derartiger Aufenthaltsraum mit einer derartigen Raumluftanlage erweitert die Anwendungsmöglichkeiten bisher bekannter Aufenthalts- oder Sportübungsräume mit hypoxischer Raumluftatmosphäre gewaltig. Während es gerade im Zusammenhang mit Sportübungsräumen darauf ankommt, über einen längeren Zeitraum eine mehr oder weniger konstante, hypoxische Raumluftatmosphäre aufrecht zu erhalten, können mit dem erfindungsgemäßen Aufenthaltsraum auch sehr schnelle Atmosphärenwechsel der Raumluft erzielt werden. Damit erschließt sich der Aufenthaltsraum nicht nur für Sportübungen, sondern insbesondere auch für medizinische Anwendungen, beispielsweise für die molekulare Höhenmedizin. Eine Behandlung in dem Aufenthaltsraum kann daher in Form einer eigenständigen Therapie oder einer Therapieergänzung für zahlreiche Krankheitsbilder erfolgen. Derartige therapeutische Anwendungen können beispielsweise der Behandlung von Bronchialasthma und chronischer Bronchitis dienen, von kardiovaskulären Krankheiten, von rheumatischer Arthritis, von Allergien, von Schlafstörungen, von neurotischen Störungen oder von Haut-, Augen- oder gynäkologischen Krankheiten. Ein ins Auge gefasstes Anwendungsgebiet ist auch die Behandlung von Diabetes.

[0008] In diesem Sinne dient der Aufenthaltsraum auch der Verwendung von gasförmigem Stickstoff für die Herstellung eines inhalierbaren Arzneimittels zur Behandlung oder Prophylaxe von Diabetes bei einem Säugetier, insbesondere beim Menschen, durch ein Verfahren, das die Inhalation von Stickstoff (N_2) in einer Konzentration umfasst, bei der die Behandlung oder Prophylaxe dieser Krankheit therapeutisch wirksam ist.

[0009] Dabei werden bei einer derartigen quasi normobaren Atmosphäre mit nur geringfügig erhöhtem Gesamtdruck in dem Aufenthaltsraum die Nachteile vermieden, die eine Behandlung in großen Höhen mit sich brächte, beispielsweise ein hoher Ozonanteil der Luft oder starke ultra-violette Strahlung. Damit erschließt ein derartiger Aufenthaltsraum auch Krebspatienten, insbesondere nach der Chemo- oder Radiotherapie, eine Behandlung in sauerstoffreduzierter Atmosphäre.

[0010] Weiterhin kann die Atmosphäre in dem Aufenthaltsraum relativ kurzfristig verändert werden, so dass sich innerhalb weniger Minuten hypoxische oder hyperoxische Behandlungsphasen mit einer normoxischen Raumluftatmosphäre im Übergang einstellen lassen. Gleiches gilt für den Kohlendioxidgehalt der Raumluftatmosphäre, der hypokapnisch, normokapnisch oder hyperkapnisch einzustellen ist. Durch die gezielte Veränderung der Atmosphäre in dem Aufenthaltsraum

können die angedeuteten Therapien weiter unterstützt werden.

[0011] In einer bevorzugten Ausführungsvariante ist die Raumlufanlage mit einer programmierbaren Steuereinheit derart verbunden, dass durch die Raumlufanlage dem Aufenthaltsraum zugeführte Volumenströme des sauerstoffhaltigen bzw. stickstoffhaltigen Gases durch die Steuereinheit einstellbar sind. Auf diese Weise lassen sich frei programmierbare Gradienten für den Raumlufatmosphärenwechsel vorgeben. Damit sind Behandlungsverfahren möglich, bei denen ein Atmosphärenwechsel in jede Richtung mit programmierbaren Gradienten ebenso möglich sind, wie das Halten bestimmter Raumlufatmosphärenzustände über eine jeweils vorgegebene Zeitdauer.

[0012] Ein derartiger Aufenthaltsraum verspricht weitere Anwendungsbereiche im Bereich der molekularen Höhenmedizin oder der molekularen Biologie. Im Zusammenhang mit der Molekularbiologie ist insbesondere der HIF 1 alpha (Hypoxie-indizierbarer Faktor 1 alpha) zu nennen. Dies ist ein Transkriptionsfaktor, der die Synthese von beispielsweise Erythropoieten (Epo), vaskulärem endotheliale Wachstumsfaktor (VEGF), Transferrin, Transferrinrezeptor, glykolytischen Enzymen und Endothelin-1 kontrolliert.

[0013] Weiterhin ist zu erwarten, dass die Wirkung von Medikamenten durch eine entsprechende Raumlufatmosphäre zu unterstützen ist.

[0014] Außerdem hat auch die Dynamik eines Raumlufatmosphärenwechsels eine physiologische Wirkung. Diese Wirkungen sind mit bisher bekannten Aufenthaltsräumen mit hypoxischer Atmosphäre nicht zu erzielen.

[0015] Im Zusammenhang mit der Steuereinheit, für die Volumenströme ist es schließlich möglich, die Steuereinheit mit physiologischen Sensoren zu verbinden, über die Körpersignale einer sich in dem Aufenthaltsraum aufhaltenden Person zu erfassen sind, beispielsweise Blutsauerstoffsättigung, Blutdruck, oder auch Elektroenzephalogramme oder Elektrokardiogramme.

[0016] Schließlich kann auf diese Weise die Dynamik von Raumlufatmosphärenwechseln an die individuellen Eigenschaften einer in dem Aufenthaltsraum befindlichen Person angepasst werden, beispielsweise an dessen Herzrate oder dessen Blutdruck. In diesem Zusammenhang ist es bereits bekannt, dass es erhebliche individuelle Unterschiede in der arteriellen O₂-Sättigung verschiedener Personen bei gleicher Raumlufatmosphäre gibt.

[0017] Um die gewünschte Dynamik der Raumlufatmosphärenänderung verwirklichen zu können, ist ein Aufenthaltsraum bevorzugt, dessen Raumlufanlage dem Aufenthaltsraum einstellbar zwischen 0 bis zu mindestens 8 Liter gasförmigen Stickstoffs pro Sekunde je Kubikmeter Raumvolumen des Aufenthaltsraumes zuzuführen kann. Vorzugsweise ist die Raumlufanlage, zwischen 0 und mindestens 19 Litern gasförmigen Stickstoffs pro Sekunde jedem Kubikmeter des Raumvolu-

mens zuzuführen. In Bezug auf Sauerstoff ist die Raumlufanlage vorzugsweise ausgebildet, dem Aufenthaltsraum einstellbar zwischen 0 bis zu mindestens 1,5 Liter gasförmigen Sauerstoff pro Sekunde je Kubikmeter Raumvolumen des Aufenthaltsraumes zuzuführen, vorzugsweise beträgt der Sauerstoffvolumenstrom einstellbar 0 bis mindestens 3 Liter Sauerstoff pro Sekunde je Kubikmeter Raumvolumen.

[0018] Um eine Regelung der Raumlufatmosphäre zu ermöglichen und insbesondere auch eine Dynamik der Raumlufatmosphärenänderung zu steuern, ist in dem Aufenthaltsraum vorzugsweise ein Sensor für die Sauerstoffkonzentration der Raumlufatmosphäre angeordnet, der mit der Steuereinheit verbunden ist. Ebenso ist in einem bevorzugten Aufenthaltsraum ein Sensor für die Kohlendioxidkonzentration der Raumlufatmosphäre vorgesehen und mit der Steuereinheit verbunden.

[0019] Um die zuvor genannte hyperkapnische Atmosphäre einzustellen, ist die Raumlufanlage ferner vorzugsweise dazu ausgebildet, kohlendioxidhaltiges Gas mit einem Kohlendioxidanteil von mehr als 20 Vol. % oder alternativ auch reines, gasförmiges Kohlendioxid zuzuführen. Zu diesem Zweck ist die Raumlufanlage vorzugsweise ausgebildet, dem Aufenthaltsraum einstellbar zwischen 0 bis zu mindestens 0,1 Liter gasförmiges Kohlendioxid pro Sekunde je Kubikmeter Raumvolumen zuzuführen. Vorzugsweise ist der Volumenstrom gasförmigen Kohlendioxids zwischen 0 und mindestens 0,4 Liter pro Sekunde je Kubikmeter Raumvolumen einstellbar.

[0020] Die dem Aufenthaltsraum zuzuführenden Gase oder Gasgemische werden vorzugsweise Vorratsbehältern für Flüssiggas, also für flüssigen Stickstoff, flüssigen Sauerstoff oder flüssiges Kohlendioxid entnommen.

[0021] Zum Zusammenführen der dem Aufenthaltsraum zuzuführenden Gase weist der Aufenthaltsraum vorzugsweise eine Mischkammer auf, die entweder als Teil der Raumlufanlage oder als Teil des Aufenthaltsraums mit Zuleitungen wenigstens für das stickstoffhaltige Gas und das sauerstoffhaltige Gas verbunden ist, vorzugsweise zusätzlich auch mit einer Zuleitung für das kohlendioxidhaltige Gas.

[0022] Wenn die Mischkammer als Teil der Raumlufanlage vorgesehen ist, ist sie dem Aufenthaltsraum vorgeschaltet und über eine Zuleitung mit dem Aufenthaltsraum verbunden.

[0023] Alternativ kann die Mischkammer auch ein durch eine luftdurchlässige Membran oder einen Diffuser vom übrigen Aufenthaltsraum abgetrennter Teil des Aufenthaltsraums sein. Im letztgenannten Teil lässt sich eine in Bezug auf das Volumen des Aufenthaltsraums recht große Mischkammer realisieren. Außerdem kann der Gasaustausch zwischen der Mischkammer und dem übrigen Aufenthaltsraum über eine große Fläche und damit mit sehr geringer Strömungsgeschwindigkeit und sehr gleichmäßig erfolgen.

[0024] Weiterhin weist ein bevorzugter Aufenthaltsraum eine Umluftanlage auf, die über einen Lufteinlass und einen Luftauslass wenigstens indirekt mit dem Aufenthaltsraum verbunden ist und ausgebildet ist, die Raumluft im Umluftbetrieb zu behandeln. Bei einer derartigen Anordnung können die zuvor beschriebene Raumluftanlage und die hier genannte Umluftanlage als Bestandteile einer einzigen Raumluftanlage im weiteren Sinne betrachtet werden, deren Bestandteile die Raumluftanlage für das Zuführen von Stickstoff, Sauerstoff und Kohlendioxid im engeren Sinne und die Umluftanlage ist.

[0025] Die Umluftanlage ist vorzugsweise ausgebildet, die Raumluft hinsichtlich der Luftfeuchtigkeit und der Lufttemperatur zu behandeln. Dazu ist die Umluftanlage vorzugsweise mit der Steuereinheit verbunden. Im Aufenthaltsraum sind vorzugsweise ein Temperatursensor für die Raumlufttemperatur und ein Luftfeuchtesensor für die Luftfeuchtigkeit vorgesehen, die beide mit der Steuereinheit verbunden sind. Auf diese Weise kann die Behandlung der Raumluft im Umluftbetrieb durch die Steuereinheit automatisch geregelt erfolgen und zwar derart, dass die relative Luftfeuchtigkeit in dem Aufenthaltsraum vorzugsweise zwischen 40 und 60 % liegt und die Lufttemperatur in dem Aufenthaltsraum vorzugsweise zwischen 18°C und 20°C liegt. Vorzugsweise ist die Umluftanlage zur weiteren Aufbereitung der Raumluft durch eine Partikelfilterung und eine Ionisation zur Elimination von Kohlenwasserstoffen ausgebildet.

[0026] Außerdem weist die Umluftanlage vorzugsweise einen Frischlufteinlass auf, der mit einer Außenatmosphäre außerhalb des Aufenthaltsraum verbunden ist und derart angeschlossen ist, dass der im Umluftbetrieb geführten Raumluft Frischluft zuzuführen ist.

[0027] Der Aufenthaltsraum weist außerdem vorzugsweise einen steuerbaren Raumluftauslass auf, der in die Umgebung des Aufenthaltsraumes mündet und dessen Luftdurchlass hinsichtlich Differenzdruck oder Volumenstrom steuerbar ist, und zwar vorzugsweise durch die Steuereinheit.

[0028] Im Zusammenhang insbesondere mit der Steuerung des Raumluftauslasses und dessen Luftdurchlass ist die Steuereinheit vorzugsweise mit einem Drucksensor für den Gesamtdruck der Raumluftatmosphäre in dem Aufenthaltsraum verbunden und ausgebildet, den Raumluftauslass derart zu steuern, dass in dem Aufenthaltsraum ein Überdruck von 1 % bis 3% gegenüber einer Umgebungsatmosphäre außerhalb des Aufenthaltsraumes herrscht. Im bezug auf einen Normaldruck in Meereshöhe von etwa 1013 hPa bedeutet dies, dass in dem Aufenthaltsraum ein Gesamtluftdruck von 1023 bis 1040 hPa herrscht. Dieser Gesamtluftdruck im Aufenthaltsraum hängt selbstverständlich auch vom wetterbedingten Luftdruck ab.

[0029] Der Aufenthaltsraum ist in diesem Zusammenhang vorzugsweise derartig ausgeführt, dass er einen geringen Überdruck wenigstens wenige Minuten hält.

[0030] Im Zusammenhang mit der Behandlung von Personen oder Patienten in dem Aufenthaltsraum weist die Steuereinheit vorzugsweise Anschlüsse zum Anschluss von Sensoren für physiologische Parameter des jeweiligen Patienten auf. Damit ist es möglich, die Steuerung der Raumluftatmosphäre ganz auf die individuellen Anforderungen des jeweiligen Patienten einzustellen und insbesondere eine besonders wirkungsvolle Raumluftdynamik zu bewirken. Gerade der letztgenannte Aspekt ist von außerordentlicher Bedeutung für die Therapie von Patienten oder für eine Unterstützung der Medikamentenwirkung durch eine entsprechende Raumluftatmosphäre oder -Atmosphärendynamik.

[0031] Die Erfindung soll nun anhand von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Zeichnungen näher erläutert werden. Von den Figuren zeigen

Figur 1: einen Aufenthaltsraum mit Raumluftanlage und Umluftanlage;

Figur 2: einen Aufenthaltsraum, ähnlich Figur 1, mit einer Mischkammer in Form eines abgetrennten Raumanteils des Aufenthaltsraums; und

Figur 3: einen Aufenthaltsraum mit einer Mischkammer als gemeinsamer Bestandteil der Raumluft- und Umluftanlage.

[0032] Die in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Aufenthaltsräume zeigen als gemeinsame Merkmale jeweils einen Aufenthaltsraum als Trainings- oder Therapieaum 1. Außerdem ist jeweils ein Stickstoffbehälter 2 und eine mit diesem verbundene Stickstoffdosiereinheit 3 vorgesehen, über die ein Stickstoffvolumenstrom aus dem Stickstoffbehälter 2 hinsichtlich Volumenfluss und/oder Druck sowie gegebenenfalls der Temperatur und der Befeuchtung gesteuert werden kann. Die Stickstoffdosiereinheit 3 ist über einen Stickstoffeinlass entweder direkt mit dem Aufenthaltsraum 1 oder indirekt über eine Mischkammer 13 oder einem abgetrennten Raumteil des Aufenthaltsraumes 1 mit dem Aufenthaltsraum 1 verbunden. In entsprechender Weise ist jeweils ein Sauerstoffbehälter 5 vorgesehen, der an einer Sauerstoffdosiereinheit 6 angeschlossen ist, die einen Sauerstoffvolumenstrom oder -druck in Bezug auf einen Sauerstoffeinlass 7 steuert, der sich entweder im Aufenthaltsraum 1 oder in der Mischkammer 13 oder einem abgetrennten Raumteil des Aufenthaltsraumes 1 befindet.

[0033] In ebensolcher Weise ist jeweils ein Kohlendioxidbehälter 8 vorgesehen, der mit einer Kohlendioxid-dosiereinheit 9 verbunden und über diese mit einem Kohlendioxideinlass 10 verbunden ist, der entweder direkt in den Aufenthaltsraum 1 oder in die Mischkammer 13 oder in einen abgetrennten Teil des Aufenthaltsraumes 1 mündet.

[0034] Weiterhin ist der Aufenthaltsraum mit einer Umluftanlage versehen, die über einen Luftauslass 16 und einen Lufteinlass 14 mit dem Aufenthaltsraum 1 verbunden ist. Zwischen dem Luftauslass 16, durch den die Raumluft in dem Aufenthaltsraum 1 in die Umluftanlage eintreten kann und den Lufteinlass 14, mit dem die Umluft dem Aufenthaltsraum 1 wieder zugeführt wird, ist eine Luftauslasssteuereinheit 17 vorgesehen, die zum einen einen Luftauslass 19 aufweist, der in die Umgebung führt, und zum anderen mit einer Umluftleitung 18 verbunden ist. Die Luftauslassdosiereinheit 17 ist hinsichtlich des Volumenstromanteils, der der Umluftleitung 18 zugeführt wird und der dem Luftauslass 19 zugeführt wird, steuerbar. Mit Hilfe der Luftauslassdosiereinheit 17 ist auch ein gewünschter Überdruck in dem Aufenthaltsraum 1 gegenüber einer den Aufenthaltsraum umgebenden Außenatmosphäre einstellbar.

[0035] Die Umluftleitung 18 mündet in einer Mischkammer 13. Diese Mischkammer 13 weist außerdem einen Frischlufteinlass 11 mit einem geregelten Frischluftventil 12 zur Steuerung eines Frischluftvolumenstroms in die Mischkammer 13. Ausgangsseitig ist die Mischkammer 13 über den Lufteinlass 14 mit dem Aufenthaltsraum 1 (Figuren 1 und 3) oder dem abgetrennten Teil des Aufenthaltsraumes 1 verbunden. Zur Steuerung der Stickstoffdosiereinheit 3, der Sauerstoffdosiereinheit 6, der Kohlendioxidosiereinheit 9, der Mischkammer 13, dem Frischluftventil 12 und der Luftauslassdosiereinheit 17 sind diese mit einer zentralen elektronischen Steuereinheit 21 verbunden. Außerdem sind in dem Aufenthaltsraum 1 mehrere Sensoren 20 für die Sauerstoff- und die Kohlendioxidkonzentration sowie für die Luftfeuchte, die Lufttemperatur und den Luftdruck vorgesehen, die sämtlich mit der elektronischen Steuereinheit 21 verbunden sind. Auf diese Weise lässt sich die Raumluftatmosphäre in dem Aufenthaltsraum 1 hinsichtlich Sauerstoffkonzentration, Stickstoffkonzentration, Kohlendioxidkonzentration, Luftfeuchte, Lufttemperatur und Druck steuern und regeln.

[0036] Im Bereich der Umluftanlage, beispielsweise innerhalb oder in der Nähe der Mischkammer 13 sind ein Partikelfilter zum Auffangen von Staub und ein Ionisator zur Elimination von Kohlenwasserstoffen vorgesehen.

[0037] Eine Besonderheit stellt außerdem eine luftdurchlässige Membran 15 in dem Aufenthaltsraum gemäß Figur 3 dar, die den abgetrennten Raumteil des Aufenthaltsraumes vom übrigen Aufenthaltsraum 1 trennt. Die luftdurchlässige Membran 15 wirkt im aerodynamischen Sinne als Diffuser. Umlufteinlass 14, Stickstoffeinlass 4, Sauerstoffeinlass 7 und Kohlendioxideinlass 10 münden jeweils in den durch die Membran 15 abgetrennten Raumteil des Aufenthaltsraumes 1. Auf diese Weise können sich die dem abgetrennten Raumteil zugeführten Gase mischen und es ist für einen sehr gleichmäßigen und geringen Raumluftvolumenstrom zwischen dem abgetrennten Raumteil und dem übrigen Aufenthaltsraum 1 gesorgt.

[0038] Der Aufenthaltsraum 1 ist bis auf die beschriebenen Gasein- und -auslässe im Wesentlichen luftdicht ausgeführt und weist eine Tür 22 auf, die so dicht schließt, dass sich in dem Aufenthaltsraum 1 wenigstens für wenige Minuten ein geringer Luftüberdruck aufrechterhalten lässt. Die Tür 22 kann wahlweise direkt in die Umgebung des Aufenthaltsraumes 1 führen oder in eine zwischen der Umgebung und dem Aufenthaltsraum vorgesehene Luftschleuse.

[0039] In Bezug auf den in Figur 3 samt Umluft- und Raumluftanlage dargestellten Aufenthaltsraum 1 ist anzumerken, dass die Bestandteile der Raumluftanlage über die Luftmischkammer 13 direkt mit der Umluftanlage verbunden sind, da der Stickstoffeinlass 4, der Sauerstoffeinlass 7 und der Kohlendioxideinlass 10 der Raumluftanlage nicht direkt in den Aufenthaltsraum 1 münden, sondern in die Mischkammer 13 der Umluftanlage.

[0040] Im Folgenden soll nun die Funktionsweise des Aufenthaltsraumes mit angeschlossener Umluft- und Raumluftanlage beschrieben werden, und zwar in Bezug auf das Ausführungsbeispiel in Figur 1. Die Beschreibung gilt für die übrigen Ausführungsbeispiele entsprechend.

[0041] Die Anlage dient der wahlweisen Herstellung einer sauerstoffreduzierten (hypoxischen $< 20,9$ Vol %), einer normalen (normoxischen $= 20,9$ Vol %) oder einer sauerstoffangereicherten (hyperoxischen $> 20,9$ Vol %) Atmosphäre und dem in frei wählbaren Zeitintervallen dynamischen Wechsel zwischen diesen verschiedenen Atmosphären oder dem stabilen Aufrechterhalten eines hergestellten Zustandes über einen variablen Zeitabschnitt in einem geschlossenen oder fast geschlossenen Raum beim Aufenthalt mit oder ohne körperliche Aktivität von Menschen und/oder Tieren.

[0042] Zusätzlich können kohlendioxidangereicherte (hyperkapnische) und kohlendioxidreduzierte (hypokapnische) atmosphärische Bedingungen mit jeder Variante der Sauerstoffkonzentration gekoppelt werden.

[0043] Die im Raum befindliche Atmosphäre wird permanent und entsprechend der gewählten Sauerstoffkonzentrationen und Zeitintervalle geregelt umgewälzt.

[0044] Die zentral gesteuerte Funktionseinheit für den Transport sowie die klimatische und hygienische Bearbeitung des im Umluftbetrieb befindlichen Gasgemischs mit der Mischkammer 13 saugt das im Aufenthaltsraum 1 befindliche Gasgemisch über den Auslass 16, die zentral gesteuerte Funktionseinheit (Luftauslassdosiereinheit 17) zur dosierten Trennung der Volumenströme Umluftatmosphäre und verbrauchte Atmosphäre und die Rohrverbindung (Umluftleitung 18) aus dem Raum an. In der Funktionseinheit 13 (Mischkammer) erfolgt eine gesteuerte Klimatisierung (Temperatur und Luftfeuchte), eine Partikelfiltration, eine Ionisation zur Elimination von Kohlenwasserstoffen sowie die Regulierung der Größe und Geschwindigkeit des Volumenstroms der Umluftatmosphäre.

[0045] Von der Funktionseinheit 13 wird die bearbei-

tete Atmosphäre über den Umlufteinlass 14 in den in den Raum zurückgeleitet (Figur 1 und 3) oder in den abgetrennten ersten Teil des Raumes 1 gedrückt und strömt durch eine entsprechend der Volumenströme durchlässige Membran in den zweiten Teil des Raumes 1 zurück (Figur 2).

[0046] Die gesteuerte Funktionseinheit (Luftaustausssdosiereinheit 17) zur dosierten Trennung der Volumenströme Umluftatmosphäre und verbrauchte Atmosphäre regelt die Menge der verbrauchten Atmosphäre so, dass sie etwas kleiner ist als die Menge der zugeführten Gase insgesamt. Bei Berücksichtigung vorhandener Leckraten des Raumes besteht somit im Raum und beim Mischen der Atmosphäre ein geringer Überdruck (vorzugsweise 1 - 3%).

[0047] Die Herstellung einer sauerstoffreduzierten (< 20,9 Vol %; vorzugsweise 17 bis 7 Vol %) Atmosphäre in dem geschlossenen oder fast geschlossenen Raum 1 innerhalb eines festgelegten Zeitintervalls oder entsprechend einer vorgegebenen Zeitfunktion für die Veränderung der Sauerstoffkonzentration erfolgt, indem aus dem Behälter 2 eine variable Stickstoffmenge pro Zeiteinheit durch die zentral gesteuerte Stickstoffdosiereinheit 3 über den Stickstoffeinlass 4 in den Aufenthaltsraum 1 geleitet wird. Der Stickstoff mischt sich mit dem Gasgemisch, das über Umlufteinlass 14 gleichzeitig in den Raum gedrückt wird.

[0048] Die Stickstoffdosiereinheit 3, die zentral gesteuert und geregelt wird, nimmt die Zu- und Abschaltung des Volumenstromes Stickstoff, die erforderliche variable Temperierung, die erforderliche variable Befeuchtung, sowie die Volumenflussund Druckregulierung vor.

[0049] Die Herstellung einer sauerstoffangereicherten (> 20,9 Vol. %; vorzugsweise 24 bis 28 Vol. %) Atmosphäre in dem geschlossenen oder fast geschlossenen Raum 1 innerhalb eines festgelegten Zeitintervalls oder entsprechend einer vorgegebenen Zeitfunktion für die Veränderung der Sauerstoffkonzentration erfolgt, indem aus dem Sauerstoffbehälter 5 eine variable Sauerstoffmenge pro Zeiteinheit durch die zentral gesteuerte Sauerstoffdosiereinheit 6 über den Sauerstoffeinlass 7 in den Raum 1 geleitet wird. Der Sauerstoff mischt sich mit dem Gasgemisch, das über Umlufteinlass 14 gleichzeitig in den Raum gedrückt wird.

[0050] Die Sauerstoffdosiereinheit 6, die zentral gesteuert und geregelt wird, nimmt die Zu- und Abschaltung des Volumenstromes Sauerstoff, die erforderliche variable Temperierung, die erforderliche variable Befeuchtung, sowie die Volumenflussund Druckregulierung vor.

[0051] Der dynamische Wechsel von einer Arbeitsweise der Anlage, bei der die Sauerstoffkonzentration abgesenkt oder konstant gehalten wird, zu einer Arbeitsweise der Anlage, bei der die Sauerstoffkonzentration steigt, wird so vorgenommen, dass der Stickstoffvolumenfluss unterbrochen wird und ein entsprechender Sauerstoffvolumenfluss einsetzt. Gleichzeitig wer-

den alle druck- und volumenstromabhängigen Prozesse entsprechend geregelt.

[0052] Die Veränderung der Atmosphäre im Raum von einer Ausgangskonzentration zu einer höheren Konzentration des Sauerstoffs innerhalb eines festgelegten Zeitintervalls oder entsprechend einer vorgegebenen Zeitfunktion für die Veränderung der Sauerstoffkonzentration erfolgt, indem aus dem Sauerstoffbehälter 5 eine variable Sauerstoffmenge pro Zeiteinheit durch die zentral gesteuerte Sauerstoffdosiereinheit 6 über den Sauerstoffeinlass 7 in den Raum 1 geleitet wird. Der Sauerstoff mischt sich mit dem Gasgemisch, das über Umlufteinlass 14 gleichzeitig in den Raum gedrückt wird.

[0053] Wenn beim Ausgangsgasgemisch eine Sauerstoffkonzentration < 20,9 Vol % vorliegt, kann ein Teil oder die gesamte Sauerstoffmenge durch aufbereitete Frischluft ersetzt werden.

[0054] In diesem Fall wird über den Frischlufteinlass 11 und das gesteuerte Frischluftventil 12 eine entsprechende Menge Frischluft durch die Funktionseinheit in der Mischkammer 13 der bestehenden Atmosphäre zugemischt.

[0055] Der dynamische Wechsel von einer Arbeitsweise der Anlage, bei der die Sauerstoffkonzentration erhöht oder konstant gehalten wird, zu einer Arbeitsweise der Anlage, bei der die Sauerstoffkonzentration sinkt, wird so vorgenommen, dass der Sauerstoffvolumenfluss unterbrochen wird und ein entsprechender Stickstoffvolumenfluss einsetzt. Gleichzeitig werden alle druck- und volumenstromabhängigen Prozesse entsprechend geregelt.

[0056] Die Veränderung der Atmosphäre im Raum von einer Ausgangskonzentration zu einer niedrigeren Konzentration des Sauerstoffs innerhalb eines festgelegten Zeitintervalls oder entsprechend einer vorgegebenen Zeitfunktion für die Veränderung der Sauerstoffkonzentration erfolgt, indem aus dem Stickstoffbehälter 2 eine variable Stickstoffmenge pro Zeiteinheit durch die zentral gesteuerte Stickstoffdosiereinheit 3 über den Stickstoffauslass 4 in den Raum 1 geleitet wird. Der Stickstoff mischt sich mit dem Gasgemisch, das über Umlufteinlass 14 gleichzeitig in den Raum gedrückt wird.

[0057] Wenn beim Ausgangsgasgemisch eine Sauerstoffkonzentration > 20,9 Vol % vorliegt, kann ein Teil oder die gesamte Stickstoffmenge durch aufbereitete Frischluft ersetzt werden.

[0058] In diesem Fall wird über den Frischlufteinlass 11 und das gesteuerte Frischluftventil 12 eine entsprechende Menge Frischluft durch die Funktionseinheit in der Mischkammer 13 der bestehenden Atmosphäre zugemischt.

[0059] Soll die Arbeitsweise der Anlage von einer dynamischen Änderung der Sauerstoffkonzentration zu einer Arbeitsweise, bei der die Sauerstoffkonzentration konstant bleibt, übergehen, werden beim Erreichen der Sollkonzentration des Sauerstoffs in der Raumatmo-

sphäre die Volumenströme neu geregelt.

[0060] Die Summe aller Volumenströme kann bis auf eine solche Menge reduziert werden, welche gerade noch die Kohlendioxidkonzentration im Raum unterhalb eines festgelegten Grenzwertes, vorzugsweise 3000 - 5000 ppm, aufrechterhält. Die Menge von zugeführtem Kohlendioxid durch Menschen und/oder Tiere und Frischluft abzüglich der fehlenden Menge Kohlendioxid in den Ausgangsgasmengen Stickstoff und Sauerstoff steht dann mit der Menge Kohlendioxid in der abgeleiteten verbrauchten Atmosphäre im Gleichgewicht.

[0061] Wenn eine normale (20,9 Vol. % Sauerstoff) Raumatmosphäre konstant vorliegen soll, wird die erforderliche Menge Frischluft (= 20,9 Vol. % Sauerstoff, normoxisch) zur Einhaltung der festgelegten Grenzkonzentration Kohlendioxid über den Frischlufteinlass 11 und das Frischluftventil 12 in die Mischkammer 13 gesaugt, dort mit der Umluftatmosphäre zur gewünschten Raumatmosphäre verarbeitet und durch den Umlufteinlass 14 in den Raum geleitet.

[0062] Wenn eine sauerstoffreduzierte (< 20,9 Vol % Sauerstoff, hypoxische) Raumatmosphäre konstant vorliegen soll, wird die erforderliche Menge von sauerstoffreduziertem Gasgemisch, welche die Einhaltung der festgelegten Grenzkonzentration Kohlendioxid sichert, durch das Mischen von Stickstoff und Frischluft hergestellt. Statt Frischluft kann wahlweise auch Sauerstoff genutzt werden. Das Mischungsverhältnis und die Volumenströme unterliegen einer Regelung, welche die von den Sensoren im Raum gemessenen Abweichungen von den Normwerten der Sauerstoff- und Kohlendioxidkonzentration ausgleicht.

[0063] Die Aufrechterhaltung einer sauerstoffreduzierten (< 20,9 Vol %; vorzugsweise 17 bis 7 Vol. %) Atmosphäre in dem geschlossenen oder fast geschlossenen Raum 1 erfolgt, indem gleichzeitig aus dem Stickstoffbehälter 2 eine variable Stickstoffmenge pro Zeiteinheit durch die zentral gesteuerte Stickstoffdosiereinheit 3 über den Stickstoffeinlass 4 und ein in der Mischkammer 13 hergestelltes Gasgemisch aus Umluftatmosphäre und geregelter Frischluftmenge über den Umlufteinlass 14 in den Raum 1 geleitet werden und die Abweichungen von den Normwerten ausgleichen.

[0064] Wenn Frischluft ganz oder teilweise durch Sauerstoff ersetzt wird, wird zusätzlich eine variable Sauerstoffmenge pro Zeiteinheit aus dem Sauerstoffbehälter 5 durch die zentral gesteuerte Sauerstoffdosiereinheit 6 über den Sauerstoffeinlass 7 in den Raum geleitet.

[0065] Wenn eine sauerstoffangereicherte (hyperoxische > 20,9 Vol %) Atmosphäre konstant vorliegen soll, wird die erforderliche Menge von sauerstoffangereichertem Gasgemisch, welche die Einhaltung der festgelegten Grenzkonzentration Kohlendioxid sichert, durch das Mischen von Sauerstoff und Frischluft hergestellt. Das Mischungsverhältnis und die Volumenströme unterliegen einer Regelung, welche die von den Sensoren im Raum gemessenen Abweichungen von den

Normwerten der Sauerstoff- und Kohlendioxidkonzentration ausgleicht.

[0066] Die Aufrechterhaltung einer sauerstoffreduzierten (> 20,9 Vol %; vorzugsweise 24 bis 7 Vol. %) Atmosphäre in dem geschlossenen oder fast geschlossenen Raum 1 erfolgt, indem gleichzeitig aus dem Sauerstoffbehälter 5 eine variable Sauerstoffmenge pro Zeiteinheit durch die zentral gesteuerte Sauerstoffdosiereinheit 6 über den Sauerstoffeinlass 7 und ein in der Mischkammer 13 hergestelltes Gasgemisch aus Umluftatmosphäre und geregelter Frischluftmenge über den Umlufteinlass 14 in den Raum 1 geleitet werden und die Abweichungen von den Normwerten ausgleichen.

[0067] Wenn im Raum eine normale Kohlendioxidkonzentration vorliegen soll, wird beim Betrieb mit dynamisch wechselnden Sauerstoffkonzentrationen Kohlendioxid in einer solchen Menge pro Zeiteinheit in den Raum zugegeben, dass der Normalwert von 390 ppm vorliegt.

[0068] Die Menge ergibt sich aus dem fehlenden Kohlendioxidanteil der genutzten Ausgangsgase Stickstoff und Sauerstoff abzüglich der pro Zeiteinheit durch Menschen oder Tiere, bzw. Frischluft eingebrachten und der in der Raumluft vorhandenen Kohlendioxidmenge.

[0069] Die Herstellung und Aufrechterhaltung der Kohlendioxidkonzentration erfolgt, indem aus dem Kohlendioxidbehälter 8 eine variable Kohlendioxidmenge pro Zeiteinheit durch die zentral gesteuerte Kohlendioxiddosiereinheit 9 über den Kohlendioxideinlass 10 in den Raum 1 geleitet wird. Das Kohlendioxid mischt sich mit dem Gasgemisch, das über Umlufteinlass 14 gleichzeitig in den Raum gedrückt wird.

[0070] Die Kohlendioxidosiereinheit 9, die zentral gesteuert und geregelt wird, nimmt die Zu- und Abschaltung des Volumenstromes Kohlendioxid, die erforderliche variable Temperierung, die erforderliche variable Befeuchtung, sowie die Volumenfluss- und Druckregulierung vor.

[0071] Wenn in der Raumatmosphäre eine hyperkapnische Kohlendioxidkonzentration vorliegen soll, wird beim Betrieb mit dynamisch wechselnden Sauerstoffkonzentrationen Kohlendioxid in einer solchen Menge pro Zeiteinheit in den Raum zugegeben, dass die gewünschte Konzentration vorliegt. Die Menge ergibt sich aus dem vorhandenen Kohlendioxidanteil der genutzten Ausgangsgase Stickstoff und Sauerstoff abzüglich der pro Zeiteinheit durch Menschen oder Tiere, bzw. Frischluft eingebrachten und der in der Raumluft vorhandenen Kohlendioxidmenge.

[0072] Die Reduzierung der Kohlendioxidkonzentration einschließlich der Herstellung hypokapnischer Atmosphären erfolgt über die Reduzierung der zugeführten Kohlendioxidmenge und die Verlustmenge Kohlendioxid in der verbrauchten Atmosphäre. Zusätzlich oder alternativ kann auch eine chemische Elimination des Kohlendioxids, z.B. mit Hilfe von Kalk, erfolgen, um die Kohlendioxidkonzentration abzusenken.

Patentansprüche

1. Aufenthaltsraum für Menschen oder Tiere, der mit Raumluft gefüllt und ausgebildet ist, wenigstens für eine kurze Zeitdauer wenigstens einen geringen Überdruck gegenüber einer den Aufenthaltsraum umgebenden Außenatmosphäre zu halten, wobei der Aufenthaltsraum mit einer Raumluftanlage verbunden ist, die ausgebildet ist, der Raumluft in dem Aufenthaltsraum automatisch oder von Hand gesteuert stickstoffhaltiges Gas mit einem Stickstoffanteil größer 90 Vol. % oder sauerstoffhaltiges Gas mit einem Sauerstoffanteil größer 60 Vol. % derart zuzuführen, dass in dem Aufenthaltsraum wahlweise hyperoxische oder hypoxische Raumluftatmosphären mit einer jeweiligen Sauerstoffkonzentration zwischen wenigstens 25 Vol. % und weniger als 18 Vol. % einzustellen sind und eine Änderung der Raumluftatmosphäre bezüglich der Sauerstoffkonzentration mit einem Gradienten von mindestens 1 Vol. % O₂ pro Minute möglich ist.
2. Aufenthaltsraum nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Raumluftanlage ausgebildet ist, der Raumluft in dem Aufenthaltsraum automatisch oder von Hand gesteuert kohlendioxidhaltiges Gas oder Kohlendioxid derart zuzuführen, dass in dem Aufenthaltsraum wahlweise hyperkapnische, normokapnische oder hypokapnische Raumluftatmosphären mit einer jeweiligen Kohlendioxidkonzentration zwischen wenigstens 0,1 Vol. % und weniger als 0,01 Vol. % einzustellen sind.
3. Aufenthaltsraum nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet durch** eine Raumluftanlage, die mit einer programmierbaren Steuereinheit derart verbunden ist, dass **durch** die Raumluftanlage dem Aufenthaltsraum zugeführte Volumenströme des sauerstoffhaltigen bzw. des stickstoffhaltigen Gases **durch** die Steuereinheit einstellbar sind.
4. Aufenthaltsraum nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Raumluftanlage ausgebildet ist, dem Aufenthaltsraum einstellbar zwischen 0 bis zu mindestens 8 Liter gasförmigen Stickstoff pro Sekunde je Kubikmeter Raumvolumen des Aufenthaltsraumes zuzuführen.
5. Aufenthaltsraum nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Raumluftanlage ausgebildet ist, dem Aufenthaltsraum einstellbar zwischen 0 bis zu mindestens 19 Liter gasförmigen Stickstoff pro Sekunde je Kubikmeter Raumvolumen des Aufenthaltsraumes zuzuführen.
6. Aufenthaltsraum nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Raumluftanlage ausgebildet ist, dem Aufenthaltsraum einstellbar zwischen 0 bis zu mindestens 1,5 Liter gasförmigen Sauerstoff pro Sekunde je Kubikmeter Raumvolumen des Aufenthaltsraumes zuzuführen.
7. Aufenthaltsraum nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Raumluftanlage ausgebildet ist, dem Aufenthaltsraum einstellbar zwischen 0 bis zu mindestens 3 Liter gasförmigen Sauerstoff pro Sekunde je Kubikmeter Raumvolumen des Aufenthaltsraumes zuzuführen.
8. Aufenthaltsraum nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **gekennzeichnet durch** wenigstens einem in dem Aufenthaltsraum angeordneten und mit der Steuereinheit verbundenen Sensor für die Sauerstoffkonzentration der Raumluftatmosphäre in dem Aufenthaltsraum.
9. Aufenthaltsraum nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **gekennzeichnet durch** wenigstens einem in dem Aufenthaltsraum angeordneten und mit der Steuereinheit verbundenen Sensor für die Kohlendioxidkonzentration der Raumluftatmosphäre in dem Aufenthaltsraum.
10. Aufenthaltsraum nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Raumluftanlage ausgebildet ist, der Raumluft in dem Aufenthaltsraum automatisch oder von Hand gesteuert kohlendioxidhaltiges Gas mit einem Kohlendioxidanteil größer 10 Vol. % zuzuführen.
11. Aufenthaltsraum nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Raumluftanlage ausgebildet ist, dem Aufenthaltsraum einstellbar zwischen 0 bis zu mindestens 0,1 Liter gasförmiges Kohlendioxid pro Sekunde je Kubikmeter Raumvolumen des Aufenthaltsraumes zuzuführen.
12. Aufenthaltsraum nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Raumluftanlage ausgebildet ist, dem Aufenthaltsraum einstellbar zwischen 0 bis zu mindestens 0,4 Liter gasförmiges Kohlendioxid pro Sekunde je Kubikmeter Raumvolumen des Aufenthaltsraumes zuzuführen.
13. Aufenthaltsraum nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Raumluftanlage mit Voratsbehältern für flüssigen Stickstoff und flüssigen Sauerstoff zu verbinden ist.
14. Aufenthaltsraum nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **gekennzeichnet durch** eine Mischkammer, die als Teil der Raumluftanlage oder des Aufenthaltsraums mit Zuleitungen für das stickstoffhaltige Gas und für das sauerstoffhaltige Gas verbunden ist.
15. Aufenthaltsraum nach Anspruch 10 und 14, **da-**

durch gekennzeichnet, dass die Mischkammer mit einer Zuleitung für das kohlendioxidhaltige Gas verbunden ist.

16. Aufenthaltsraum nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mischkammer als Teil der Raumluftanlage dem Aufenthaltsraum vorgeschaltet und über eine Zuleitung mit dem Aufenthaltsraum verbunden ist. 5
17. Aufenthaltsraum nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mischkammer ein über eine luftdurchlässige Membran oder einen Diffusor vom übrigen Aufenthaltsraum abgetrennter Teil des Aufenthaltsraums ist. 10
18. Aufenthaltsraum nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **gekennzeichnet durch** eine Umluftanlage, die über einen Lufteinlass und einen Luftauslass wenigstens indirekt mit dem Aufenthaltsraum verbunden und ausgebildet ist, die Raumluft im Umluftbetrieb zu behandeln. 15
19. Aufenthaltsraum nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Luftauslass der Umluftanlage mit der Mischkammer oder dem abgetrennten Teil des Aufenthaltsraums verbunden ist. 20
20. Aufenthaltsraum nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umluftanlage ausgebildet ist, die Raumluft hinsichtlich der Luftfeuchtigkeit und der Lufttemperatur zu behandeln. 25
21. Aufenthaltsraum nach Anspruch 3 und einem der Ansprüche 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umluftanlage mit der Steuereinheit verbunden ist. 30
22. Aufenthaltsraum nach Anspruch 20, **gekennzeichnet durch** einen Temperatursensor für die Raumlufttemperatur und einen Luftfeuchtesensor für die Luftfeuchtigkeit, die beide mit der Steuereinheit verbunden sind. 35
23. Aufenthaltsraum nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umluftanlage ausgebildet ist, eine relative Luftfeuchtigkeit in dem Aufenthaltsraum zwischen 40 % und 60 % einzustellen. 40
24. Aufenthaltsraum nach Anspruch 22 oder 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umluftanlage ausgebildet ist, eine Lufttemperatur in dem Aufenthaltsraum zwischen 18 °C und 22 °C einzustellen. 45
25. Aufenthaltsraum nach einem der Ansprüche 18 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umluftanlage über einen Frischlufteinlass mit einer Außenatmosphäre außerhalb des Aufenthaltsraumes ver-

bunden ist.

26. Aufenthaltsraum nach einem der Ansprüche 1 bis 25, **gekennzeichnet durch** einen steuerbaren Raumluftauslass, der in die Umgebung des Aufenthaltsraumes mündet und dessen Luftdurchlass hinsichtlich Differenzdruck oder Volumenstrom steuerbar ist. 5
27. Aufenthaltsraum nach Anspruch 3 und 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** der steuerbare Raumluftauslass mit der Steuereinheit derart verbunden ist, dass der Luftdurchlass durch die Steuereinheit einzustellen ist. 10
28. Aufenthaltsraum nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit mit einem Drucksensor für den Gesamtdruck der Raumluftatmosphäre in den Aufenthaltsraum verbunden und ausgebildet ist, den Raumluftauslass derart zu steuern, dass in dem Aufenthaltsraum ein Überdruck von 1 % bis 3 % gegenüber einer Umgebungsatmosphäre außerhalb des Aufenthaltsraumes herrscht. 15
29. Aufenthaltsraum nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aufenthaltsraum derart dicht ausgeführt ist, dass sich ein geringer Überdruck in dem Aufenthaltsraum wenigstens wenige Minuten hält. 20
30. Aufenthaltsraum nach Anspruch 3 und einem der übrigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit Anschlüsse für Sensoren zur Aufnahme physiologische Parameter einer in dem Aufenthaltsraum befindlichen Person aufweist. 25

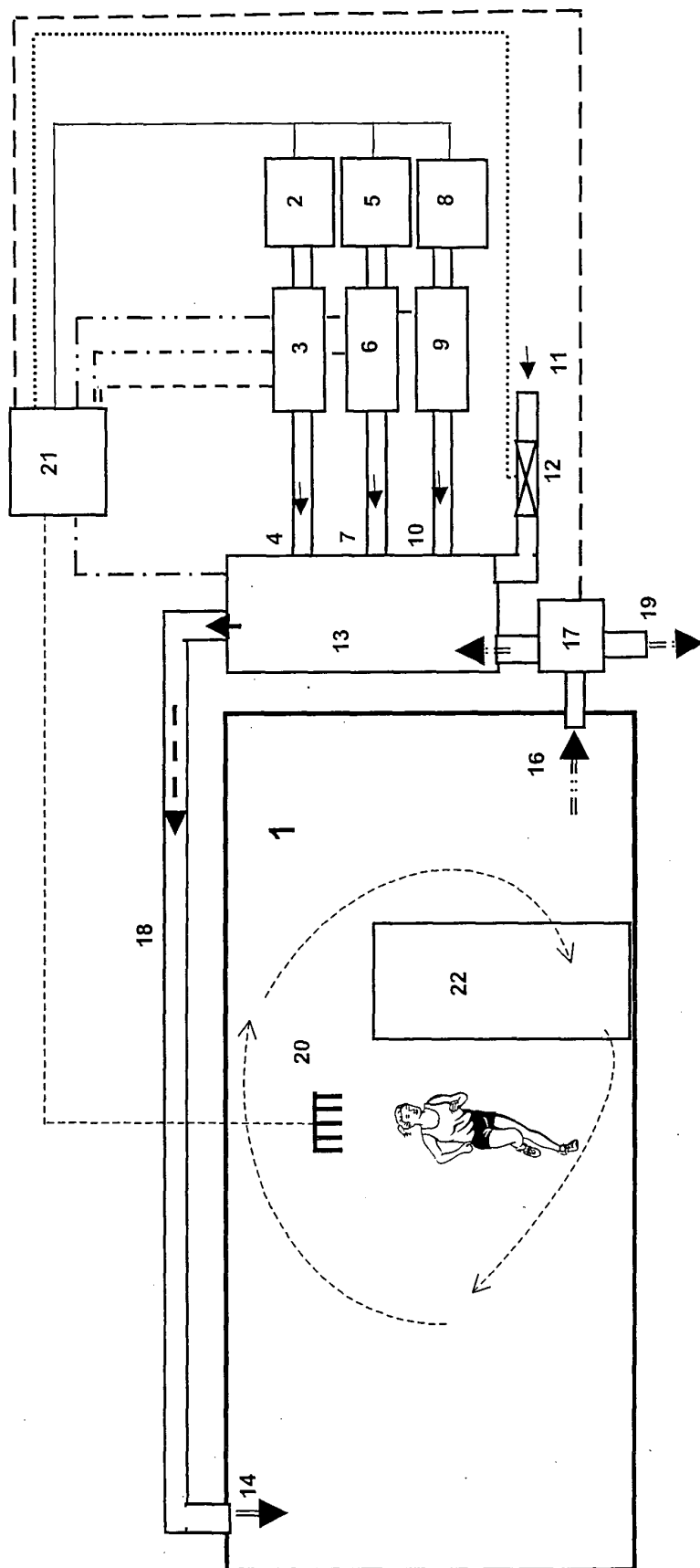


Fig. 7

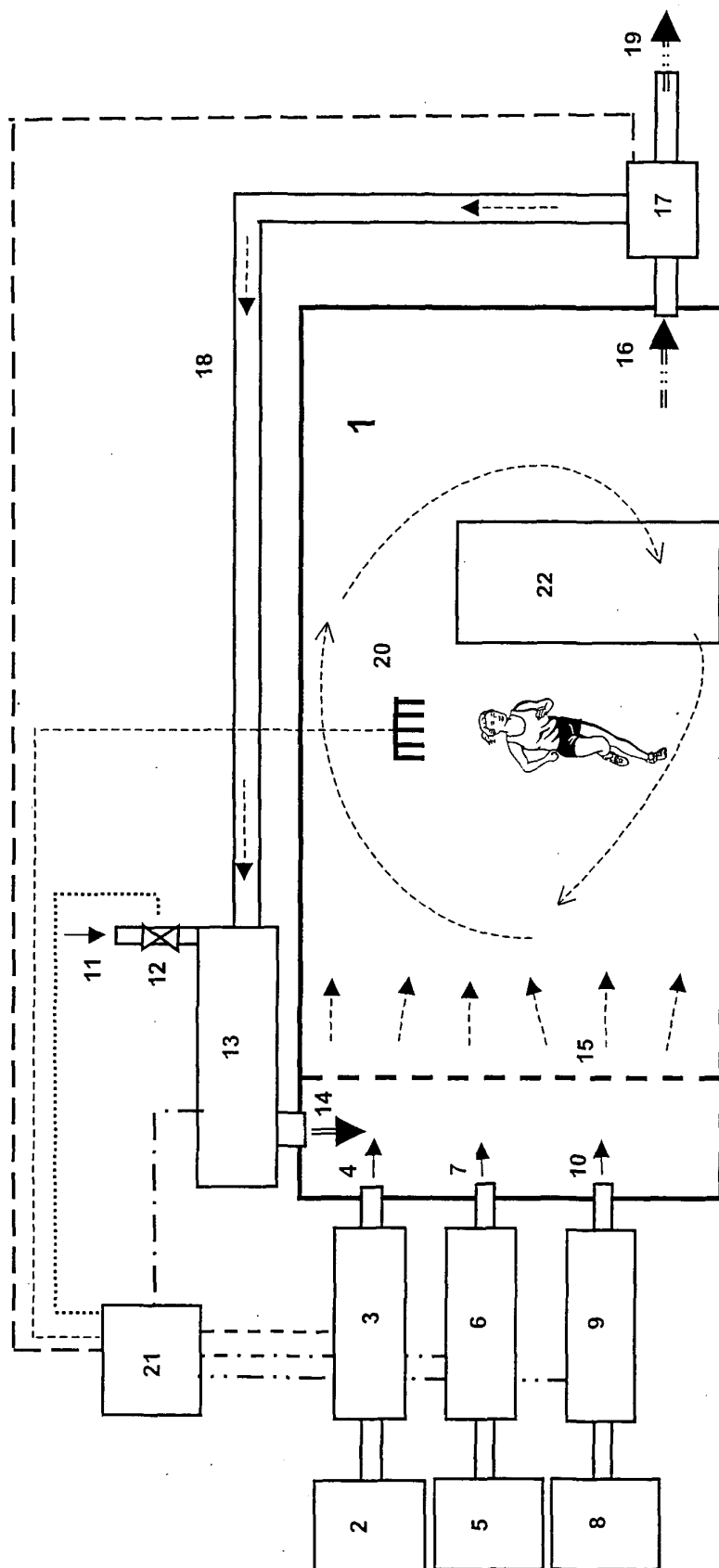


Fig. 2

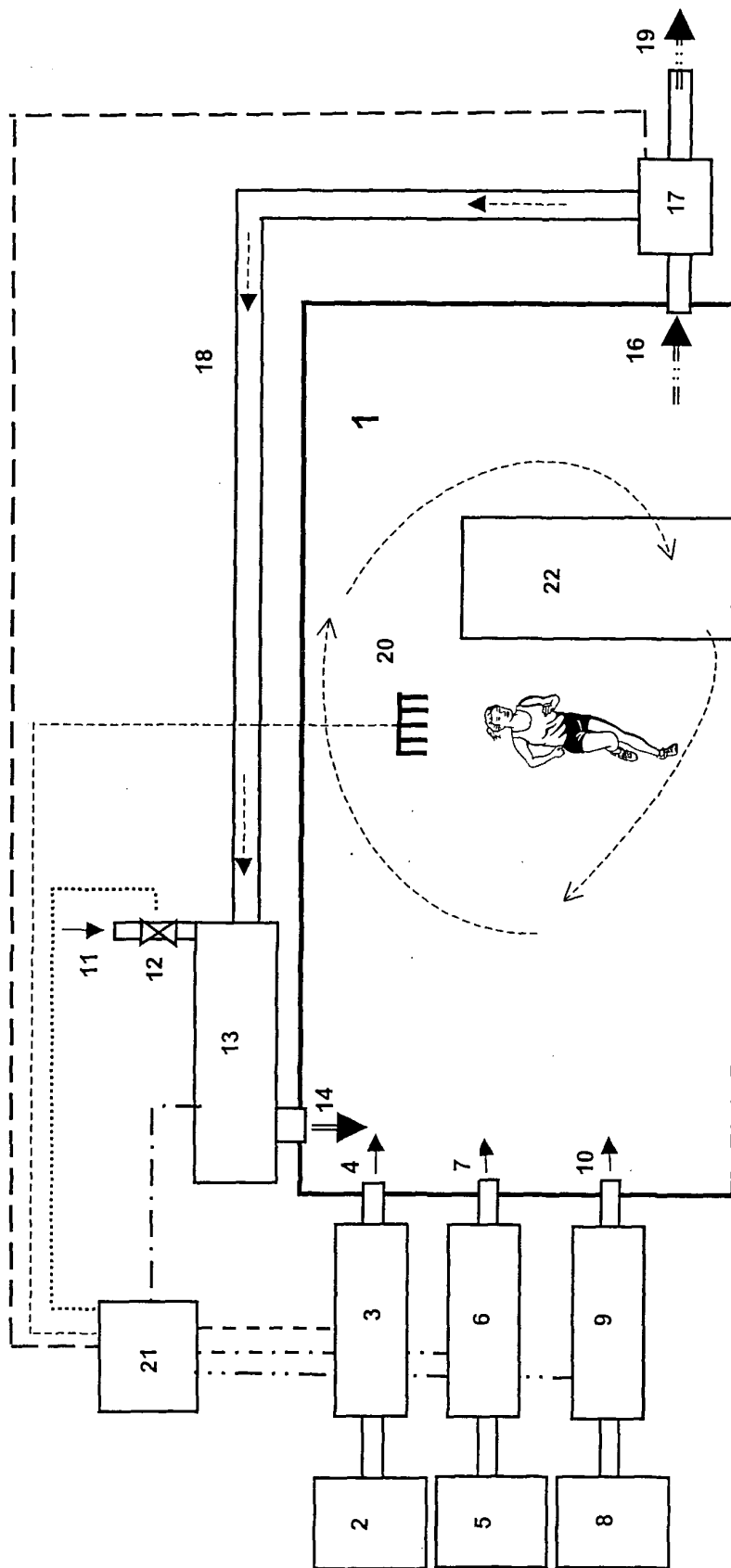


Fig. 3