(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. Oktober 2002 (17.10.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/081034 A2

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: A63B 23/18

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH02/00194

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. April 2002 (08.04.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
673/01 10. April 2001 (10.04.2001) CH

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **IDIAG** [CH/CH]; Chriesbaumstrasse 6, Postfach, CH-8604 Volketswil (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **CARLUCCI, Lucio** [CH/CH]; Motorenstrasse 132, CH-8620 Wetzikon (CH). **NUTT, Wolfgang, Nikolaus** [CH/LI]; Palduinstrasse, FL-9496 Balzers (LI). **VOGEL, Tobias-Lukas** [CH/CH]; Hubgasse 11, CH-8570 Weinfelden (CH). **ZWEIFEL, Hans-Jörg** [CH/CH]; Dorfstrasse 63, CH-8103 Unterengstringen (CH).

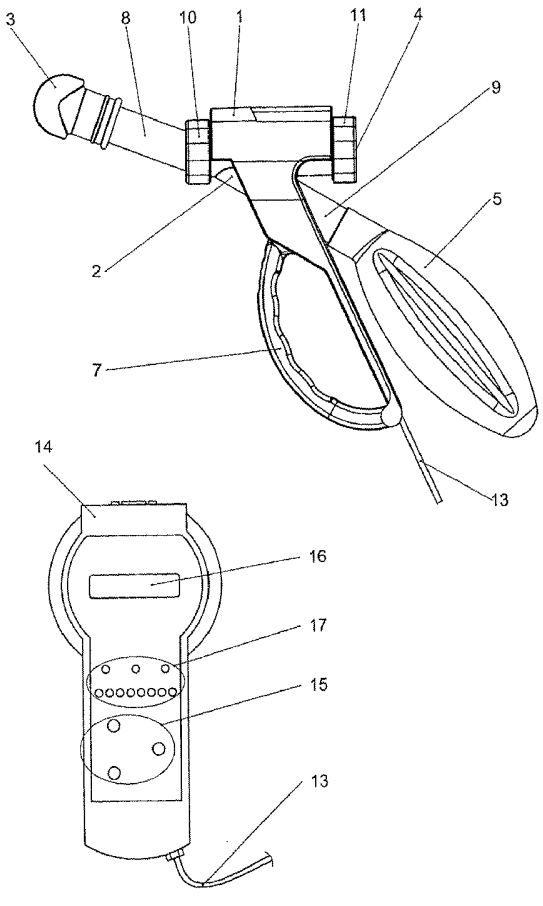
(74) Anwalt: **BRUDERER, Werner**; Oberhittnauerstrasse 12, CH-8330 Pfäffikon (CH).

(81) Bestimmungsstaaten *(national)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TRAINING DEVICE FOR THE RESPIRATORY SYSTEM

(54) Bezeichnung: TRAININGSGERÄT FÜR DIE ATMUNGSFUNKTION



(57) Abstract: The invention relates to a training device for the respiratory system, comprising an outer housing (1) with a detachable respiratory air channel (2) linked with the housing, a mouthpiece (3), an air pouch (5) and a control device (14). A valve system, namely a plunger valve, is mounted in the respiratory air channel (2). Said plunger valve is provided with a valve body that is freely movable and has no fixed connection to the respiratory air channel (2). Force-producing means are present in the housing part (1) and/or in the housing of the valve system and maintain the valve body in the sealing position and determine the forces required for opening the valve. All parts that are in contact with the respiratory air can be easily dismounted and cleaned.

(57) Zusammenfassung: Das Atmungstrainingsgerät umfasst ein Mantelgehäuse (1) mit einem Iösbaren, damit verbundenen Atemluftkanal (2), ein Mundstück (3), einen Luftbeutel (5) und ein Steuergerät (14). Im Atemluftkanal (2) ist eine Ventilanordnung eingebaut und zwar ein Kolbenventil. Dieses Kolbenventil ist mit einem Ventilkörper ausgestattet, welcher frei beweglich ist und keine feste Verbindung zum Atemluftkanal (2) aufweist. Im Gehäuseteil (1) und/oder im Gehäuse der Ventilanordnung sind krafterzeugende Mittel vorhanden, welche den Ventilkörper in der Dichtungsposition halten und die notwendigen Öffnungskräfte für das Ventil bestimmen. Alle Teile, welche mit Atemluft in Kontakt sind, sind einfach ausbaubar und zu reinigen.

WO 02/081034 A2

KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Trainingsgerät für die Atmungsfunktion

Die Erfindung betrifft ein Trainingsgerät für die Atmungsfunktion mit einem Mundstück, einem an das Mundstück anschliessenden Atemluftkanal mit einer Ein/-Austrittsöffnung für Luft, einem mit dem Atemluftkanal verbundenen flexiblen Luftbeutel und einer Ventilanordnung für die Regelung der Austrittsmenge von verbrauchter Luft aus dem Atemluftkanal und der Eintrittsmenge von frischer Luft in den Atemluftkanal sowie ein Verfahren für den Betrieb eines derartigen Gerätes.

Trainingsgeräte dieser Art dienen dazu, die Atmungsmuskulatur zu stärken. Dies kann einerseits therapeutischen Zwecken dienen, anderseits können aber auch gesunde Personen die Atmungsfunktionen verbessern und die Atmungsleistung steigern. Letzteres ist beispielsweise bei sporttreibenden Personen von Interesse. Geräte dieser Art sind bekannt, beispielsweise aus WO 9917842.

Das in WO 9917842 beschriebene Gerät weist einen rohrförmigen Atemluftkanal auf, welcher an einem Ende mit einem Mundstück versehen ist. An dem vom Mundstück abgewendeten Ende des Atemluftkanales ist dieser verzweigt, wobei ein Teilstück des Kanales in einen flexiblen Beutel mündet und mit diesem verbunden ist. Der zweite Zweig des Atemluftkanales ist mit einer Ventilanordnung verbunden, über welche verbrauchte Luft aus dem Atemluftkanal ausströmen kann oder frische Luft in den Atemluftkanal eingesaugt werden kann. Bei der Ventilanordnung handelt es sich um ein Federzungenventil (Reed Typ), welches bei einem vorbestimmten Unterdruck öffnet und das Ansaugen von Frischluft durch den Atemluftkanal ermöglicht. Bei Normaldruck im Atemluftkanal schliesst das Ventil und ist im Weiteren so ausgebildet, dass es bei Erreichen eines be-

stimmten Überdruckes im Atemluftkanal wiederum öffnet und ein Abströmen von verbrauchter Atemluft aus dem Atemluftkanal in die Umgebung ermöglicht. Die Grundfunktion des vorbekannten Trainingsgerätes besteht darin, dass die Person, welche das Gerät benutzt, nur über das Mundstück und damit das Trainingsgerät atmet. Dabei wird bei jedem Atmungszyklus ein Teil der ausgeatmeten Luft im Beutel gespeichert und erst wenn dieser voll ist, durch den entstehenden Überdruck, das Ventil geöffnet und das Restvolumen über das Ventil ausgeatmet. Beim Wechsel vom Ausatmungsvorgang zum Einatmungsvorgang schliesst das Ventil und die über das Mundstück atmende Person atmet zuerst den gesamten Inhalt des Beutelvolumens ein. Erst wenn der Beutel leer ist, entsteht im Atemluftkanal der gewünschte Unterdruck und das Ventil öffnet sich wieder und ermöglicht das zusätzliche Einatmen von Frischluft. Das Volumen, des mit dem Atemluftkanal verbundenen Beutels, wird dabei personenspezifisch bestimmt. Im Weiteren verfügt das vorbekannte Gerät über eine Steuervorrichtung, welche angibt, mit welcher Frequenz geatmet werden soll und über eine Kontroll-einrichtung zur Überwachung des CO_2-Gehaltes der Atemluft. Während des Trainingsablaufes soll der CO_2-Gehalt in der Atemluft in einem vorgegebenen, gesundheitlich nicht schädlichen Bereich konstant bleiben. Die von Atemluft durchströmten Bestandteile des Trainingsgerätes werden bei jedem Trainingsvorgang verunreinigt und müssen gereinigt werden können. Insbesondere bei der therapeutischen Anwendung des Gerätes müssen die betroffenen Teile sterilisiert werden. Bei den vorbekannten Geräten bereiten diese Vorgänge Schwierigkeiten, insbesondere ist die Reinigung der Ventilanordnung schwierig und mit erheblichem Aufwand verbunden.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Trainingsgerät für die Atmungsfunktion zu schaffen, welches einfach im Aufbau ist, bei welchem die bewegten und die mit Atemluft in Kontakt stehenden Teile ohne Hilfsmittel ausgebaut werden können, die mit Atemluft in Kontakt kommenden Teile des Gerätes bei Bedarf sterilisierbar sind und bei welchem die Ventil-anordnung bzw. die Funktion des Ventils weitgehendst unabhängig von der Lage des Ventils ist.

Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 und im Patentanspruch 20 definierten Merkmale gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich nach den Merkmalen der abhängigen Patentansprüche.

Die erfindungsgemässe Verwendung eines Kolbenventils in der Ventilanordnung führt zu mehreren Vorteilen. Das Gehäuseteil des Kolbenventils kann einen integralen Bestandteil des Atemluftkanales bilden und der Ventilkörper kann direkt im Inneren des Atemluftkanales angeordnet und geführt werden. Dadurch ist eine optimale Strömung der Atemluft in Richtung der Strömungsachse im Luftdurchlassraum des Atemluftkanales und des Ventilgehäuseteiles gewährleistet. Der Ventilkörper weist einen Kolben auf, welcher gegen eine Dichtfläche am Luftdurchlassraum dichtet und ist über Führungsteile gleitend im Luftdurchlassraum geführt und in beide Richtungen der Strömungsachse verschiebbar. Der Ventilkörper weist keine mechanischen Verbindungen zum Gehäuseteil des Kolbenventiles auf, sondern es sind zusätzliche krafterzeugende Mittel vorhanden, welche den Ventilkörper gegenüber dem Gehäuseteil des Kolbenventils in der Dichtungsposition positionieren. Diese krafterzeugenden Mittel erzeugen auch die Kräfte, um den Ventilkörper aus einer ausgelenkten Position wieder in die Dichtungsposition zurückzuführen. Die Kraft, welche von den krafterzeugenden Mitteln auf den Ventilkörper ausgeübt wird, ist dabei so vorbestimmt, dass sich der Ventilkörper bei vollem oder leerem Luftbeutel durch den Über- oder Unterdruck im Atemluftkanal von der dichtenden Position in eine Öffnungsposition verschieben lässt.

Die krafterzeugenden Mittel sind in vorteilhafter Weise magnetische Elemente, dabei wird einerseits im Ventilkörper mindestens ein Bauteil aus einem magnetischen Werkstoff angeordnet. Anderseits wird im Gehäuseteil des Ventils mindestens ein Bauteil zur Erzeugung eines Magnetfeldes oder mindestens ein Bauteil aus einem magnetischen Werkstoff eingebaut. Die Bauteile zur Erzeugung der gewünschten magnetischen Kräfte sind in der dichtenden Position des Ventilkörpers etwa in einer gemeinsamen Radialebene zur Längsachse des Luftdurchlassraumes angeordnet. Das Bauteil zur Erzeugung eines Magnetfeldes im Gehäu-

seteil des Ventils wird zweckmässigerweise durch ein Dauermagnet oder durch einen Elektromagneten, dessen Magnetfeld durch Veränderung des Stromes regelbar ist, gebildet. Die Verwendung von Magnetfeldern zur Erzeugung der notwendigen Halte- und Rückstellkräfte hat den grossen Vorteil, dass die Kräfte berührungslos auf den Ventilkörper übertragen werden können. Die gesamte Bauweise der Ventilanordnung wird sehr einfach, da keine zusätzlichen Kraftübertragungselemente notwendig sind. Zudem lassen sich die magnetischen Bauteile oder die Bauteile zur Erzeugung eines Magnetfeldes vollständig gekapselt einbauen, so dass eine sichere Reinigung und bei Bedarf auch eine Sterilisation der mit Atemluft in Kontakt stehenden Bauteile möglich ist. Das einzige bewegliche Bauteil ist bei dieser Anordnung der Ventilkörper mit dem Kolben, welcher frei im Luftdurchlassraum des Atemluftkanales verschiebbar ist.

Weitere Vorteile bestehen darin, dass die Verwendung magnetischer Elemente als krafterzeugende Mittel mehrere vorteilhafte Ausführungsformen zulässt. Es ist möglich, im Ventilkörper ein Bauteil aus magnetisch hartem Werkstoff, z.B. einen Dauermagneten, einzubauen und im Gehäuseteil des Kolbenventils ein ringförmiges Bauteil aus einem magnetisch weichen Werkstoff, z.B. Eisen, einzubauen. Es ist aber auch möglich, im Ventilkörper ein Bauteil aus magnetisch weichem Werkstoff, z.B. Eisen, zu verwenden und im Gehäuseteil des Kolbenventils ein oder mehrere Bauteile aus magnetisch hartem Werkstoff, z.B. Dauermagneten, einzusetzen. Eine besonders kompakte Lösung ergibt sich, wenn sowohl im Ventilkörper als auch im Gehäuseteil des Kolbenventils die magnetischen Elemente aus einem magnetisch harten Werkstoff, z.B. in beiden Fällen aus Dauermagneten, bestehen. In zweckmässiger Weise werden in diesem Falle im Gehäuseteil des Ventils oder im Bereiche des Gehäuseteiles zwei Bauteile aus magnetisch hartem Werkstoff eingebaut, wobei sich diese Bauteile in Bezug auf die Längsachse des Luftdurchlassraumes symmetrisch gegenüberliegen. Ein wesentlicher Vorteil all dieser Ausführungsformen besteht darin, dass die magnetischen Elemente bzw. deren Polanordnungen und die vorbestimmte Stärke des Magnetfeldes eine genaue Positionierung des Ventilkörpers in der Dichtposition ermöglichen und zwar mit der gewünschten Haltekraft. Beim Öffnen bzw. Verschieben des Ventilkörpers

von der Dichtposition in eine Öffnungsposition wirken über den Öffnungsweg gleichbleibende oder abnehmende Kräfte auf den Ventilkörper, so dass eine sehr rasche vollständige Öffnung des Luftdurchlassraumes im Ventil möglich ist. Dies im Gegensatz zu den bekannten federbelasteten Membranventilen oder Federzungenventilen, bei welchen der Öffnungsbewegung eine progressiv zunehmende Kraft entgegengesetzt wird. Die erfindungsgemässe Ventilanordnung ermöglicht deshalb eine genauere Bestimmung und Abgrenzung des Luftvolumens, welches zusätzlich zum Inhalt des Beutelvolumens aus dem Trainingsgerät ausgeatmet oder in das Trainingsgerät und damit in die Lunge der trainierenden Person eingeatmet wird.

Die erfindungsgemässe Verwendung eines Kolbenventils macht es nun auch möglich, das Gehäuseteil des Kolbenventils einstückig in den Atemluftkanal zu integrieren, d.h. alle Bauteile, welche mit Atemluft in Kontakt stehen, in einem einzigen Bauteil zusammenzufassen. Dieses Bauteil, nämlich der Atemluftkanal, ist lösbar in einem Mantelgehäuse gehalten und zwar so, dass er in einfacher Weise ausgebaut und gereinigt werden kann. Da der Ventilkörper frei im Atemluftkanal geführt ist, kann er in einfacher Weise aus diesem entnommen und alle diese Bauteile können in einfachster Weise gereinigt werden. In zweckmässiger Weise bestehen sie aus einem Material, welches beständig gegen Sterilisationsvorgänge ist.

Im Mantelgehäuse, in welchem der Atemluftkanal lösbar gehalten ist, sind zweckmässigerweise auch die Bauteile aus magnetischem Werkstoff oder die Bauteile zur Erzeugung eines Magnetfeldes, welche dem Gehäuseteil des Kolbenventils zugeordnet sind sowie Sensoren zur Ermittlung der Position des Ventilkörpers, angeordnet. Dieses Mantelgehäuse umfasst auch einen Handgriff zur Halterung des Trainingsgerätes sowie die Übertragungsorgane für die von den Positionssensoren ermittelten Daten und allfällige weitere Einrichtungen. Da das Mantelgehäuse nicht mit der Atemluft in Kontakt kommt, muss es nicht sterilisierbar sein und auch dessen Form kann in einem weiten Bereich gestaltet werden,

da die Anforderungen an die Möglichkeiten zu Reinigungen wesentlich geringer sind.

Das erfindungsgemässe Trainingsgerät ist für zwei unterschiedliche Trainingsvarianten der Atmung einsetzbar. Nämlich für ein Ausdauertraining oder für ein Krafttraining. Beim Ausdauertraining wird mit der Atmungsfrequenz und der Tiefe der Atmung gearbeitet. Beim Krafttraining wird zusätzlich der Widerstand, welcher den Atmungsvorgängen entgegengesetzt wird, verändert. Dazu sind die krafterzeugenden Mittel im Bereich des Gehäuseteiles des Kolbenventils austauschbar oder es sind Elektromagnete eingesetzt, deren Stromzufuhr regelbar ist. Durch Einsatz unterschiedlich starker Mittel zur Krafterzeugung kann die Öffnungskraft des Kolbenventils verändert werden. Dies hat zur Folge, dass die durch die Atmung erzeugte Kraft zum Öffnen des Ventils ebenfalls verändert wird. Die gleiche Wirkung hat die Veränderung des Magnetfeldes bei Einsatz von Elektromagneten.

Bei Verwendung eines Elektromagneten im Bereich des Gehäuseteiles des Kolbenventils ergibt sich der weitere Vorteil, dass diese Ventilanordnung schaltbar ausgestattet sein kann. Dazu wird der Elektromagnet mit einem Steuergerät verknüpft. Dieses Steuergerät steuert dann das Öffnen und Schliessen des Kolbenventils in Abhängigkeit von den vorgegebenen Atmungsfrequenzen bzw. Atmungszyklen.

Eine weitere vorteilhafte Lösung ergibt sich, wenn als krafterzeugende Mittel federnde Elemente verwendet werden. Dabei ist mindestens ein federndes Element einerseits mit einem Endbereich des Ventilkörpers und anderseits mit dem Gehäuseteil des Kolbenventils bzw. dem Atemluftkanal verbunden. Auch bei dieser Anordnung ergibt sich gegenüber der bekannten Lösung eine vereinfachte konstruktive Gestaltung und die Vorteile des frei beweglichen Ventilkörpers mit dem Kolben bleiben erhalten. Als federnde Elemente können in bekannter Weise Spiralfedern eingesetzt werden, wobei diese so ausgebildet sind, dass sie in einfacher Weise mit dem Ventilkörper ausgebaut und gereinigt werden können.

Für bestimmte Anwendungsfälle kann es zweckmässig sein, zwei parallel wirkende Kolbenventile vorzusehen und je einem der Ventile die Einatmungsfunktion bzw. die Ausatmungsfunktion zuzuordnen. Das erste Kolbenventil regelt dann die Austrittsmenge von verbrauchter Luft aus dem Atemluftkanal, und das zweite der Kolbenventile regelt die Eintrittsmenge von frischer Luft in den Atemluftkanal. Sowohl bei der Verwendung von einem wie auch von zwei Kolbenventilen ist der Verschiebeweg des Ventilkörpers in vorteilhafter Weise durch Endanschläge begrenzt. Diese Endanschläge bestimmen die Öffnungspositionen des Kolbenventils für den Austritt von verbrauchter Luft aus dem Atemluftkanal und für den Eintritt von frischer Luft in den Atemluftkanal.

Weitere Vorteile ergeben sich durch die im Gehäuseteil des Kolbenventils oder im Mantelgehäuse angeordneten Sensoren, welche der Ermittlung der Position des Ventilkörpers im Luftdurchlassraum dienen. Mittels dieser Sensoren wird festgestellt, ob sich der Ventilkörper in einer der Öffnungspositionen befindet und es wird der Zeitraum festgestellt, in welchem das Kolbenventil geöffnet ist. Die Öffnungszeiten des Kolbenventils werden überwacht und registriert und dienen der Überwachung des korrekten Verhältnisses zwischen dem Atemluftvolumen im Beutel und der über das Kolbenventil abströmenden oder zuströmenden Atemluft.

Bei Verwendung eines magnetischen Elementes der erfindungsgemässen Art im Ventilkörper ist es zweckmässig, im Gehäuseteil des Kolbenventils oder im Mantelgehäuse beidseits der Dichtungsposition des Ventilkörpers als Sensoren je einen Hall-Sensor einzubauen. Diese Hall-Sensoren reagieren in bekannter Weise auf Veränderungen des Magnetfeldes durch Bewegungen des Ventilkörpers in Richtung der Längsachse des Luftdurchlasskanales und können somit entsprechende Positionssignale erzeugen. Die Hall-Sensoren können in an sich bekannter Weise durch Reed-Sensoren, optische Sensoren oder Druck-Sensoren ersetzt werden. Die Sensoren sind mit einem Messwertaufnehmer und über eine Schnittstelle und eine Datenleitung mit einem Steuergerät verbunden. Dabei ist der Begriff Steuergerät im weitesten Sinne auszulegen und umfasst beispielsweise auch den Einsatz eines Computers. Dieses Steuergerät enthält beispielsweise eine

Eingabeeinheit für Zieldaten des Atemtrainings, einen Mikroprozessor, einen Datenspeicher und mindestens eine Anzeigevorrichtung für Steuer- und Kontrollinformationen. Die gewünschten Grenzwerte bzw. Kontrollwerte für die Atmungszyklen werden über dieses Steuergerät vorgegeben. Durch Vergleich mit den Messdaten, der im Bereich der Ventilanordnungen angeordneten Sensoren, werden die Atmungsaktivitäten der Person ermittelt, welche das Trainingsgerät benutzt und diese Daten werden mit den Zieldaten verglichen. Bei Abweichungen von den Zieldaten ermittelt das Steuergerät automatisch die notwendigen Korrekturen und zeigt diese über die Anzeigevorrichtung an. Die das Trainingsgerät benutzende Person muss dann ihre Atmungsvorgänge, insbesondere die Frequenz und/oder Tiefe der Atmung verändern, bis sie mit den Zieldaten übereinstimmen. Überschreiten die Abweichungen ein vorgegebenes Mass, so wird über das Steuergerät eine Alarmfunktion ausgelöst, da dann der CO_2-Gehalt in der ein- und ausgeatmeten Luft nicht mehr den Zielwerten entspricht. Da bei dieser erfindungsgemässen Verwendung von mindestens einem Kolbenventil die Offen-Stellungen und damit die Öffnungszeiten des Ventilkörpers sowie daraus die Verhältnisse der bewegten Luftvolumen zueinander genau ermittelt werden können, ist die Anordnung eines CO_2-Sensors nicht notwendig. Dadurch wird eine zusätzliche Vereinfachung des Trainingsgerätes erreicht und auch die Handhabung durch die trainierenden oder zu behandelnden Personen wird vereinfacht. Infolge der speziellen Gestaltung des Ventilkörpers ist das Trainingsgerät relativ lageunempfindlich und erleichtert auch in dieser Beziehung die Handhabung.

Bei Verwendung des erfindungsgemässen Atmungstrainingsgerätes durch eine Person, zu therapeutischen Zwecken oder zum Training der Atmungsfunktion, müssen individuelle personenbezogene Vorgaben festgelegt werden. Diese beruhen auf Erfahrungswerten. Als Erstes wird die Vitalkapazität gemessen und daraus, das für das Training gewünschte Beutelvolumen bestimmt. Das Beutelvolumen entspricht dabei im Standardfall 50% des Volumens der Vitalkapazität. Weitere Angaben zur Bestimmung des Beutelvolumens sind aus WO 9917842 bekannt und finden auch hier entsprechend Anwendung. Aus Erfahrungswerten für ein sogenanntes Atemminutenvolumen, einem Korrekturfaktor für den Trainings-

zustand der betroffenen Person und dem Beutelvolumen wird nun die Atemfrequenz errechnet. Dabei wird ein Produkt aus den beiden Faktoren Trainingszustand und Atemminutenvolumen durch das Beutelvolumen dividiert. Auch hierzu sind genauere Angaben in WO 9917842 enthalten und ergänzend anwendbar. Während des Trainings atmet die betroffene Person durch das Trainingsgerät, wobei beim Einatmen zuerst ein Teil des Atmungsluftvolumens dem Luftbeutel entnommen wird und anschliessend bei entleertem Beutel ein Teil des Luftvolumens über die Ventilanordnung aus der Umgebungsluft zugeführt wird. Die Ventilanordnung wird dabei durch den infolge des Einatmungsvorganges im Atemluftkanal erzeugten Unterdruckes geöffnet. Beim Wechsel vom Einatmungs- zum Ausatmungsvorgang schliesst die Ventilanordnung und es wird zuerst ein Teil des Luftvolumens dem Luftbeutel zugeführt und darin gespeichert. Nach dem Füllen des Beutels entsteht infolge des Ausatmungsvorganges im Atemluftkanal ein Überdruck und die Ventilanordnung wird wieder geöffnet und ein Teil der ausgeatmeten Luft wird über diese an die Umgebungsluft abgegeben. Da die Atemfrequenz und das Beutelvolumen voneinander abhängig sind, wird über diese Gerätefunktionen bzw. Einatmungszyklen der CO_2-Gehalt in der Atmungsluft in etwa konstant gehalten. Dadurch wird verhindert, dass Hyper- oder Hypoventilationen auftreten. Besonders vorteilhaft ist es nun, wenn die Atemfrequenz einem Steuergerät als Zielwert vorgegeben wird. Als Steuergerät sind Einrichtungen zu verstehen, welche mindestens über einen Mikroprozessor verfügen oder beispielsweise einen Computer umfassen. Über das Steuergerät, bzw. dessen Prozessor, wird aus der vorgegebenen Atemfrequenz die Zeitdauer für je einen Einatmungs- bzw. Ausatmungszyklus ermittelt. An der Ventilanordnung wird die Dauer des geöffneten Zustandes der Ventilanordnung gemessen und die entsprechenden Messwerte werden an das Steuergerät übermittelt. Durch Vergleich der errechneten Zyklusdauern des Ein- oder Ausatmungsvorganges und der Öffnungsdauer der Ventilanordnung wird ein Verhältniswert ermittelt und mit einem vorgegebenen gespeicherten Wert verglichen. Dieser vorgegebene gespeicherte Wert ist aus Erfahrungskurven bekannt, welche bei etwa konstantem CO_2-Gehalt der Atmungsluft ermittelt wurden. Weicht der errechnete Verhältniswert vom gespeicherten und vorgegebenen Wert ab, so wird vom Steuergerät über eine Anzeige-

vorrichtung eine Korrektur und/oder Alarmanzeige erzeugt und die Person, welche das Trainingsgerät benutzt, muss ihre Atmungsvorgänge an die vom Gerät vorgegebenen Werte anpassen. Für durchschnittlich trainierte Personen erweist es sich als vorteilhaft, das Verhältnis zwischen errechneter Zyklusdauer des Ein- oder Ausatmungsvorganges und der Öffnungsdauer der Ventilanordnung auf etwa 2:1 festzulegen. Wenn an der Ventilanordnung, zur Positionierung des Ventilkörpers an der Ventilanordnung, krafterzeugende Mittel eingesetzt sind, welche regel- oder steuerbar sind, so ergibt sich der weitere Vorteil, dass Korrekturen der Atmungsvorgänge auch über die Regelung der Öffnungszeiten der Ventilanordnung vorgenommen werden können. Die gewünschten Öffnungszeiten der Ventilanordnung werden dabei am Steuergerät vorgegeben, welches entsprechende Steuerimpulse für die krafterzeugenden Mittel erzeugt. Als Funktion dieser Steuerimpulse führen die krafterzeugenden Mittel die entsprechenden Öffnungs- und Schliessvorgänge der Ventilanordnung aus, welche dann nur noch teilweise oder überhaupt nicht mehr vom Über- oder Unterdruck im Atemluftkanal beeinflusst werden. Diese Ausgestaltung des Trainingsgerätes und die entsprechenden Steuervorgaben sind insbesondere für die Anwendung unter fachkundiger Aufsicht vorgesehen, damit die Einhaltung der korrekten Atmungsdaten gewährleistet ist.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Gesamteinsicht des erfindungsgemässen Trainingsgerätes für die Atmungsfunktion und des zugehörigen Steuergerätes,
- Fig. 2 einen Längsschnitt durch den Atemluftkanal im Trainingsgerät mit dem Kolbenventil,
- Fig. 3 eine perspektivische Ansicht des Ventilkörpers des Kolbenventils,
- Fig. 4 einen Querschnitt durch den Atemluftkanal des Trainingsgerätes,
- Fig. 5 einen Querschnitt durch eine schematisch dargestellte Ventilanordnung mit Federn als krafterzeugende Mittel, und

Fig. 6 einen Querschnitt durch eine schematische Darstellung eines Atemluftkanales mit zwei Kolbenventilen.

In der Darstellung gemäss Fig. 1 ist das gesamte Trainingsgerät für die Atmungsfunktion dargestellt. Es besteht im Wesentlichen aus einem Mantelgehäuse 1, einem in dieses Mantelgehäuse 1 eingesetzten Atemluftkanal 2, einem Mundstück 3, welches über ein Anschlussrohr 8 mit dem Atemluftkanal verbunden ist und einem Luftbeutel 5. Über ein Kabel bzw. eine Datenleitung 13 ist das Trainingsgerät mit einem Steuergerät 14 verbunden. Im dargestellten Beispiel enthält das Steuergerät 14 einen Prozessor und Datenspeicher, welche aber auch Teil eines mit dem Steuergerät verbundenen, tragbaren oder stationären Computers sein können. Das Mantelgehäuse 1 weist einen Handgriff 7 auf, mit welchem das Trainingsgerät in der erforderlichen und gewünschten Weise manuell gehalten werden kann. Bei Benutzung des Trainingsgerätes wird das Mundstück 3 von einer Person, welche das Gerät zu trainings oder therapeutischen Zwecken verwendet, in den Mund genommen und nach Verschliessen des Atemweges über die Nase erfolgt die Atmung vollständig über das Trainingsgerät. Dabei strömt die Atemluft über das Anschlussrohr 8 in den Atemluftkanal 2. Dieser Atemluftkanal 2 ist Y-förmig in zwei Kanäle verzweigt, wobei ein Abzweigrohr 9 zum Luftbeutel 5 führt und der eigentliche Atemluftkanal 2 zu einer Ein- und Austrittsöffnung 4 für Atmungs- bzw. Frischluft. Im Atemluftkanal 2 ist eine Ventilanordnung 6 angeordnet, welche in den Fig. 2 bis 4 näher beschrieben ist. Der Luftbeutel 5 ist über ein Anschlusselement 12 lösbar, mit dem Abzweigrohr 9 verbunden und es stehen Luftbeutel 5 mit unterschiedlichen Volumina zur Verfügung, welche in Abhängigkeit der Lungenvitalkapazität der trainierenden Person eingesetzt werden. Bei einem Atemzyklus, welcher beispielsweise mit einem Ausatmungsvorgang beginnt, verschliesst die Ventilanordnung 6 vorerst die Ein- und Austrittsöffnung 4, so dass zuerst der flexible Luftbeutel 5 mit ausgeatmeter Luft gefüllt wird. Sobald der Luftbeutel 5 voll ist, entsteht im Atemluftkanal 2 ein Überdruck und die Ventilanordnung 6 öffnet den Durchfluss von Atemluft zur Ein-/Austrittsöffnung 4. Der verbleibende Teil von ausgeatmeter Luft strömt nun über diese Austrittsöffnung 4 in die Umgebungsluft ab. Beim anschliessenden Einatmungsvorgang ist die Ven-

tilanordnung 6 vorerst wieder geschlossen und es wird deshalb zuerst die im Luftbeutel 5 enthaltene Atemluft erneut eingeatmet. Sobald der Luftbeutel 5 leer ist, entsteht im Anschlussrohr 8 und in einem Teil des Atemluftkanales 2 ein Unterdruck, welcher die Ventilanordnung 6 öffnet. Für den verbleibenden Einatmungszyklus wird nun über die Eintrittsöffnung 4 Frischluft eingeatmet. In der Folge wiederholen sich nun diese Vorgänge zyklisch für jeden Atmungszyklus. Diese Vorgänge und die daraus resultierenden trainings bzw. therapeutischen Effekte sind detailliert in der als Stand der Technik benannten internationalen Patentanmeldung WO 9917842 und in der Publikation Vierteljahresschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich (1997) 142/4, Seiten 153 – 159 beschrieben. Um die gewünschten trainings bzw. therapeutischen Vorgänge korrekt durchzuführen, werden über das Steuergerät 14 und dessen Eingabeeinheit 15 die Atmungsfrequenz pro Minute vorgegeben. Die von der trainierenden Person effektiv durchgeführten Atmungsvorgänge werden im dargestellten Beispiel an einem Anzeigeelement 17 angezeigt und an einem zweiten Anzeigeelement 16, welches als Display ausgebildet ist, werden Sprachausgaben angezeigt, beispielsweise Korrektur- oder Fehlerhinweise. Bei Atmungsvorgängen der trainierenden Person, welche von den Vorgaben über eine zulässige Abweichung hinaus abweichen, zeigt das Steuergerät 14 bzw. deren Anzeigeelemente 16, 17 Alarmsignale an. Um den korrekten Betrieb des Trainingsgerätes zu gewährleisten, muss als erstes die Vitalkapazität der Lunge der zu trainierenden oder therapeutisch zu behandelnden Person in bekannter Weise ermittelt werden. Anschliessend kann das Volumen des einzusetzenden Luftbeutels 5 und die Atmungsfrequenz, mit welcher die Person atmen soll, rechnerisch oder mit Hilfe von Tabellen ermittelt werden. Dabei ist der jeweilige Trainingszustand und der gewünschte Trainingsablauf zu berücksichtigen. Für normale Trainingsvorgänge werden Beutel 5 mit Volumen von 0,5 l bis 3,5 l, in 0,5 l Stufen zur Verfügung gestellt. Für eine gut trainierte männliche Person ergeben sich dann beispielsweise die folgenden Daten. Die Vitalkapazität wird mit 5 l ermittelt und daraus ergibt sich das Volumen des Luftbeutels 5 mit 50% der Vitalkapazität als 2,5 l. Das Atemminutenvolumen ist von Grösse und Gewicht abhängig und beträgt beispielsweise 150 l. Die errechnete Atemfrequenz liegt dann zwischen 20 bis 24 Zyklen/min.

Fig. 2 zeigt einen Längsschnitt durch den oberen Bereich des Mantelgehäuses 1 und den darin eingesetzten Atemluftkanal 2 mit der Ventilanordnung 6. Gemäss der Erfindung handelt es sich bei der Ventilanordnung um ein Kolbenventil 6, welches gegenüber den bekannten Ventilen erhebliche Vorteile aufweist. Der Atemluftkanal 2 ist lösbar in das Mantelgehäuse 1 eingefügt und ist mittels des Anschlusselementes 10 und des Abschlusselementes 11 im Mantelgehäuse 1 lösbar befestigt. Das Anschlusselement 10 ist auf derjenigen Seite angeordnet, an welcher sich das Anschlussrohr 8 für das Mundstück 3 befindet. Am Atemluftkanal 2 ist ein Aussengewinde 18 angeordnet und das Anschlusselement 10 weist ein Innengewinde 44 auf. Über einen Dichtring 19, welcher gleichzeitig eine Halteschulter bildet, ist das Anschlussrohr 8 mittels des Anschlusselementes 10 mit dem Atemluftkanal 2 verbunden. Der Atemluftkanal 2 ist Y-förmig ausgebildet und weist einen Luftdurchlassraum 26 und einen davon abzweigenden Strömungskanal 30 auf. Der Strömungskanal 30 führt dabei wie bereits beschrieben zum Luftbeutel 5, welcher über das Anschlusselement 12 mit dem Abzweigrohr 9 des Atemluftkanales 2 verbunden ist. In dem vom Anschlussrohr 8 abgewendeten Teil des Atemluftkanales 2 ist nach der Abzweigung des Strömungskanales 30 das Kolbenventil 6 angeordnet. Dieses Kolbenventil 6 besteht aus einem Gehäuseteil 22, welches einen integralen Bestandteil des Atemluftkanales 2 bildet. Am Mantel des Luftdurchlassraumes 26 ist im Bereich des Gehäuseteiles 22 eine Dichtfläche 27 angeordnet, welche sich in Richtung der Strömungsachse 28 nur über einen Teilbereich erstreckt, im dargestellten Beispiel beispielsweise über 9 mm, wobei der Durchmesser des Luftdurchlassraumes 26 im Bereich der Dichtposition ca. 23 mm beträgt. Vor und nach dieser Dichtfläche 27 weist der Luftdurchlassraum 26 einen grösseren Querschnitt auf als im Dichtbereich. Im Bereich des Gehäuseteiles 22 ist in den Luftdurchlassraum 26 ein Ventilkörper 23 eingesetzt. Dieser Ventilkörper weist einen Kolben 24 und ein Führungsteil 25 sowie 46 auf. Der Ventilkörper 23 ist über den Kolben 24 und das Führungsteil 25 im Luftdurchlassraum 26 des Atemluftkanales 2 gleitend geführt und in Richtung der Pfeile 31 frei beweglich. Die Bewegung des Ventilkörpers in Richtung der Pfeile 31 bzw. in Richtung der Strömungsachse 28 im Luftdurchlassraum 26 wird durch Endan-

schläge 42, 43 begrenzt, welche in Fig. 4 dargestellt sind. Der Ein- und Ausbau des Ventilkörpers 23 erfolgt von derjenigen Seite des Atemluftkanales 2, an welcher die Ein-/Austrittsöffnung 4 angeordnet ist. Dazu ist am Atemluftkanal 2 an diesem Endbereich ein Aussengewinde 20 angeordnet, welches mit einem Innengewinde 45 am Abschlusselement 11 zusammenwirkt. In dem in Fig. 2 dargestellten Beispiel fällt die Strömungsachse 28 des Luftdurchlassraumes 26 im Bereich des Kolbenventils 6 mit der Längsachse 36 des Atemluftkanales 2 zusammen. Durch Entfernen des Anschlusselementes 10 und des Abschlusselementes 11 sowie des Anschlusselementes 12 lassen sich die verschiedenen Bauteile des Trainingsgerätes in einfacher Weise voneinander trennen. Der Atemluftkanal 2 ist einfach geformt und weist keine komplizierten Formelemente auf, welche schlecht oder nicht gereinigt werden können. Auch der Ventilkörper 23 ist so geformt, dass er optimal gereinigt werden kann. Dies trifft auch auf die anderen Bauteile zu, welche mit Atemluft in Kontakt kommen, nämlich das Mundstück 3, das Anschlussrohr 8 und beispielsweise das Abschlusselement 11. Alle diese Bauteile können aus einem Material hergestellt werden, welches bei Bedarf sterilisierbar ist. Der Ein- und Ausbau des Ventilkörpers 23 kann in einfachster Weise erfolgen, da er keine direkte mechanische Verbindung zum Gehäuseteil 22 bzw. Atemluftkanal 2 aufweist. Dies führt zu einer erheblichen Vereinfachung der Reinigung und Handhabung des Gerätes. Die erfindungsgemässe Anordnung ermöglicht es auch jeder Person, welche das Trainingsgerät benutzt, diejenige Teile, welche mit Atemluft kontaminiert werden, speziell, d.h. personenbezogen, zuzuordnen.

Das Mantelgehäuse 1 und das Steuergerät 14 kann von verschiedenen, d.h. mehreren Personen benutzt werden, da es nicht mit Atemluft in Kontakt kommt. Im Normalfalle genügt eine oberflächliche Reinigung. Diese erfindungsgemässe Ausgestaltung ermöglicht einen kostengünstigen Einsatz derartiger Atmungstrainingsgeräte insbesondere im therapeutischen Gebrauch, wo nacheinander mehrere unterschiedliche Personen behandelt werden. Für einen neuen Einsatz des Atmungstrainingsgerätes können in einfacher Weise alle mit Atemluft in Kontakt tretenden Teile ausgetauscht werden und das Gerät steht sofort wieder zur Verfügung.

Fig. 3 zeigt einen erfindungsgemässen Ventilkörper 23, welcher Bestandteil des Kolbenventiles 6 ist. An den Kolben 24 schliesst sich einerseits das Führungsteil 25 an und auf der gegenüberliegenden Seite das Führungsteil 46. Die beiden Führungsteile 25 und 46 bestehen im Wesentlichen aus 4 symmetrisch angeordneten Rippen, zwischen welchen sich Strömungskanäle 47, 48 für die Luft befinden. Im Endbereich 41 des Führungsteiles 25, welcher vom Kolben 24 abgewendet ist, weist das Führungsteil 25 einen grösseren Durchmesser auf als der Kolben 24. Zwischen dem Kolben 24 und dem Endbereich 41 ist der Durchmesser der Rippen des Führungsteiles 25 reduziert und es sind Anschlagflächen 49 ausgebildet. Auch der Durchmesser der Rippen des Führungsteiles 46 ist gegenüber dem Kolben 24 reduziert.

Fig. 4 zeigt einen Querschnitt durch den Atemluftkanal 2 entlang der Achse 36 gemäss Fig. 2. In dieser Darstellung sind die krafterzeugenden Mittel 29 gezeigt, welche den Ventilkörper 23 in der dichtenden Position halten bzw. die Öffnungskräfte für das Kolbenventil 6 bestimmen und im Bereich des Gehäuseteiles 22 angeordnet wird. Im dargestellten Beispiel bestehen die krafterzeugenden Mittel 29 aus magnetischen Elementen, wobei der Ventilkörper 23 ein Bauteil 32 aus einem magnetischen Werkstoff enthält und im Bereich des Gehäuseteiles 22 des Ventiles 6 Mittel mit zwei Bauteilen 34 aus einem magnetischen Werkstoff angeordnet sind. In der dichtenden Position des Ventilkörpers 23 sind diese magnetischen Elemente 32, 34 in einer gemeinsamen Radialebene 35 zur Strömungsachse 28 des Luftdurchlassraumes 26 positioniert. Bei den beiden Bauteilen 34 handelt es sich um Dauermagnete, d.h. um magnetische Elemente aus einem magnetisch harten Werkstoff. Auch das magnetische Bauteil 32 im Ventilkörper 23 ist durch einen Dauermagneten gebildet bzw. besteht aus einem magnetisch harten Werkstoff. Die Achsen der magnetischen Elemente 32 und 34 verlaufen etwa parallel zur Strömungsachse 28 und die Polanordnungen sind gleich ausgerichtet. Die beiden magnetischen Bauteile 34 sind im Mantelgehäuse 1 symmetrisch zur Strömungsachse 28 angeordnet und stossen an das Gehäuseteil 22 des Kolbenventils 6 an. Durch das von den beiden magnetischen Elementen 34

erzeugte Magnetfeld wird das magnetische Bauteil 32 im Kolben 24 bzw. Ventilkörper 23 etwa in der Ebene 35 positioniert und damit der Ventilkörper 23 in der dichtenden Position gehalten. Die wirkenden Magnetkräfte werden in bekannter Weise so bestimmt, dass der Ventilkörper 23 erst bei einem gewünschten Unter- bzw. Überdruck in Richtung der Pfeile 31 aus der dichtenden Position ausgelenkt wird. Es ist aber auch möglich, im Mantelgehäuse 1 bzw. im Bereich des Gehäuseteiles 22 des Kolbenventils 6 anstelle der Dauermagnete 34, Elektromagnete 33 einzusetzen, welche durch elektrische Ströme aktiviert werden. Die entsprechende Stromzufuhr und Steuersignalzufuhr erfolgt vom Steuergerät 14 über das Kabel 13 und weitere nicht dargestellte Verbindungsleitungen im Mantelgehäuse 1. Diese Anordnung ermöglicht es, die Öffnungskräfte für das Öffnen des Ventils zu verändern, wie es bei einem Krafttraining zweckmässig sein kann. Im Weiteren ergibt sich aber auch der Vorteil, dass die Ventilöffnungszeiten vom Steuergerät aus beeinflusst und gesteuert werden können. Dies kann bei professioneller Anwendung des Gerätes wünschbar sein. Eine weitere Ausführungsmöglichkeit besteht auch darin, dass im Ventilkörper 23 das magnetische Element aus einem Dauermagneten 32 gebildet ist und im Gehäuseteil 1 die magnetischen Elemente aus einem magnetisch weichen Werkstoff, z.B. Eisen, gebildet werden, wobei zweckmässigerweise ein ringförmiges Element Verwendung findet. Die gleiche Anordnung ist auch umgekehrt möglich, indem das magnetische Bauteil 32 im Ventilkörper 23 aus magnetisch weichem Werkstoff, z.B. Eisen, besteht und die beiden magnetischen Bauteile 34 im Bereich des Ventilgehäuses 22 aus einem magnetisch harten Werkstoff, d.h. aus einem Dauermagneten bestehen. Alle diese Anordnungen erfüllen die gewünschten erfindungsgemässen Funktionen. Beidseits der Dichtungsposition zwischen dem Kolben 24 und der Dichtfläche 27 am Gehäuseteil 22 sind mit Abstand zur Dichtebene 35 im Mantelgehäuse 1 zwei Sensoren 37, 38 angeordnet. Im dargestellten Beispiel handelt es sich um Hall-Sensoren, mittels welcher Veränderungen des Magnetfeldes, welche bei Verschiebungen des Ventilkörpers 23 bzw. dessen magnetischen Bauteiles 32 entstehen, festgestellt werden können. Die gleichen Funktionen könnten auch von Reed-Sensoren, optischen Sensoren oder Druck-Sensoren erfasst werden. Mittels dieser Sensoren 37 oder 38 wird festgestellt, ob sich der Ventilkörper 23 in

der Öffnungsposition für das Einatmen von Frischluft oder in der Öffnungsposition für das Ausstossen von Atemluft durch die Öffnung 4 befindet. Die Öffnungsposition für das Einströmen von Frischluft durch die Öffnung 4 wird durch einen Anschlag 42 am Ende der Dichtfläche 27 und einen Anschlag 49 an den Rippen des Führungsteiles 25 bestimmt. Über den Sensor 37 wird diese Öffnungsposition und die Zeitdauer der Öffnung erfasst. Die Öffnungsposition des Ventilkörpers 23 für das Ausströmen von verbrauchter Luft durch die Öffnung 4 ist durch den Endbereich 41 am Führungsteil 25 und die innere Fläche am Abschlusselement 11, welche einen Endanschlag 43 bildet, bestimmt. Dieser Öffnungsposition ist der Sensor 38 zugeordnet, welcher den Öffnungszustand und die Zeitdauer der Öffnung feststellt. Bei diesen Bewegungen in Richtung der Pfeile 31 von der Dichtungsposition in die jeweilige Öffnungsposition gleitet der Ventilkörper 23 im Luftdurchlassraum 26, wobei diese Gleitbewegung nur sehr wenig Reibungsverluste erzeugt. Die erfindungsgemässe Anordnung hat den Vorteil, dass die notwendigen Kräfte, um den Ventilkörper 23 aus der Dichtungsposition in die Öffnungsposition auszulenken, nicht progressiv zunehmend sind je weiter der Körper ausgelenkt ist, sondern diese Kraft entweder konstant bleibt oder abnimmt. Der daraus resultierende Vorteil besteht darin, dass der Ventilkörper 23 bei Überschreiten der Haltekraft in der Dichtungsposition sofort vollständig in die Öffnungsposition ausgelenkt wird und damit der vollständige Durchströmquerschnitt für die Luft freigegeben ist. Damit sind die Durchströmmengen von Luft in genügend genauer Weise durch die Öffnungszeiten des Kolbenventils 6 bestimmt und es sind keine zusätzlichen Sensoren zur Ermittlung des CO_2-Gehaltes der Luft notwendig.

Fig. 5 zeigt im Wesentlichen den Atemluftkanal 2 und das Kolbenventil 6 in schematischer Darstellung. Dabei sind das Mantelgehäuse 1 und die übrigen Anbauteile nicht dargestellt. Auch hier ist das Gehäuseteil 22 des Kolbenventils 6 integraler Bestandteil des Atemluftkanales 2. Das Gehäuseteil 22 weist die Dichtfläche 27 auf und am Ventilkörper 23 ist entsprechend der Kolben 24 angeordnet. Die Ausgestaltung des Ventilkörpers 23 und der Dichtfläche 27 entspricht dabei den Ausführungsformen gemäss Fig. 3 und 2. Die krafterzeugenden Mittel 29 sind bei diesem Ausführungsbeispiel jedoch nicht durch magnetische Elemente, son-

dern durch die beiden Spiralfedern 39 und 40 gebildet. Die Kräfte dieser beiden Spiralfedern 39 und 40 halten den Ventilkörper 23 in der Dichtposition und lassen eine Auslenkung in Richtung der beiden Pfeile 31 zu. Damit ergibt sich die gleiche Funktionsweise wie zu den Fig. 1 bis 4 beschrieben. Diese Ausführungsform kann in bestimmten Fällen eingesetzt werden, wo ein möglichst kostengünstiges Gerät gewünscht wird und auch eine progressive Zunahme der Öffnungskräfte am Ventilkörper 23 geduldet werden kann, d.h. ein Gerät mit einer geringeren Arbeitsgenauigkeit zulässig ist. Die Vorteile des erfindungsgemässen Kolbenventils bleiben trotzdem erhalten.

Das erfindungsgemässe Trainingsgerät kann auch mit zwei Kolbenventilen 6' und 6" ausgestattet werden wie dies in Fig. 6 ebenfalls in schematischer Weise dargestellt ist. Ein Atemluftkanal 2' weist dabei zwei seitlich abzweigende Rohrstücke 50, 51 auf, welche je an ihrem äusseren Ende eine Einströmöffnung 52 bzw. eine Ausströmöffnung 53 aufweisen. Der Atemluftkanal 2 weist ebenfalls ein Abzweigrohr 9 auf, welches zum Luftbeutel 5 führt. In den beiden Rohrstücken 50, 51 ist je ein Ventilkörper 23 angeordnet, dessen Ausführungsform dem Ventilkörper gemäss Fig. 3 entspricht. Die beiden Ventilkörper 23 weisen einen Kolben 24 auf, in welchem ein magnetisches Bauteil in der Form eines Dauermagneten 32 eingebaut ist. Am Innenmantel der Rohrstücke 50, 51 ist die notwendige Dichtfläche 27' angeordnet, welche mit dem Kolben 24 zusammenwirkt. Im Bereich dieser Dichtfläche 27' sind in den Rohrstücken 50 und 51 je zwei sich diametral gegenüberliegende magnetische Bauteile in der Form von Dauermagneten 34 eingebaut. Die beiden Ventilkörper 23 sind bei dieser Ausgestaltung von der Dichtungsposition nur in einer Richtung in eine Öffnungsposition auslenkbar.

Dabei hat das Ventil 6" im Rohrstück 50 die Funktion, das Ansaugen von Frischluft über die Öffnung 52 zu ermöglichen. Die Öffnungsposition des Ventilkörpers 23 wird dabei über den Sensor 37 festgestellt und auch die Öffnungszeit ermittelt. Das Ventil 6' im Rohrstück 51 hat demgegenüber nur die Funktion, das Ausströmen von verbrauchter Luft über die Öffnung 53 zu ermöglichen und zwar wenn der Luftbeutel 5 gefüllt ist. Auch hier wird die Öffnungsposition und die Öffnungs-

zeit des Ventilkörpers 23 über den Sensor 38 ermittelt. Diese Anordnung mit zwei Kolbenventilen 6' und 6" ermöglicht es, für den Öffnungszeitpunkt für das Ansaugen von Frischluft oder für den Öffnungszeitpunkt für das Abströmen von Atemluft in die Umgebung unterschiedliche Öffnungskräfte festzulegen. Dies kann für bestimmte Trainings- und/oder Therapieprogramme zweckmässig und von Interesse sein.

Beim erfindungsgemässen Verfahren zur Überwachung der Frischluftzufuhr am Atmungstrainingsgerät finden teilweise Basisdaten Verwendung, welche in Versuchsreihen an Testpersonen ermittelt wurden. So sind insbesondere die Vitalkapazität personenabhängig und der Atemgrenzwert ist personen- und geschlechtsabhängig. Für die rechnerische Ermittlung der Atemfrequenz einer bestimmten Person ist folgendes Vorgehen notwendig. Zuerst wird in bekannter Weise die Vitalkapazität (V_c) gemessen. Das Volumen des Luftbeutels 5 wird so festgelegt, dass es 50% der Vitalkapazität beträgt. Zusätzlich wird der Atemgrenzwert (MVV) ermittelt und zwar nach folgender Funktion:

Männer: MVV = (1.193xGrösse) – (0.816xAlter) – 37.949

Frauen: MVV = (0.842xGrösse) – (0.685xAlter) – 4.868

Dabei ist die Grösse in cm und das Alter in Jahren einzusetzen.

Für das Ausdauertraining wird ein Atemminutenvolumen (AMV) empfohlen, welches 60% des Atemgrenzwertes (MVV) beträgt.

Die Ermittlung der Atemfrequenz (1/min) erfolgt nach der Funktion

Atemfrequenz = AMV / 1.5xBeutelvolumen

Wird im Bereich dieser Werte trainiert, so ist sichergestellt, dass die trainierende Person nicht zuviel CO_2 (hypokopnisch) oder zuwenig CO_2 (hyperkopnisch) in der Atemluft aufweist. Abhängig von der Festlegung der Grenzwerte für den CO_2-Gehalt in der Atmungsluft sind in den Formeln angepasste Konstanten einzusetzen. Diese Funktionen und Tabellenwerte gelten für gesunde Durchschnittsper-

sonen. Für untrainierte Personen, andere Personengruppen oder beispielsweise kranke Personen sind individuelle Abklärungen und Anpassungen notwendig.

PATENTANSPRÜCHE

1. Trainingsgerät für die Atmungsfunktion, mit einem Mundstück (3), einem an das Mundstück (3) anschliessenden Atemluftkanal (2) mit einer Ein/-Austrittsöffnung (4) für Luft, einem mit dem Atemluftkanal (2) verbundenen flexiblen Luftbeutel (5) und einer Ventilanordnung (6) für die Regelung der Austrittsmenge von verbrauchter Luft aus dem Atemluftkanal (2) und der Eintrittsmenge von frischer Luft in den Atemluftkanal (2), dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilanordnung mindestens ein Kolbenventil (6) umfasst, wobei dieses Kolbenventil (6) ein Gehäuseteil (22) mit einem Luftdurchlassraum (26) und einer am Mantel dieses Luftdurchlassraumes (26) angeordneten Dichtfläche (27) aufweist, im Luftdurchlassraum (26) des Gehäuseteiles (22) ein Ventilkörper (23) angeordnet ist und dieser Ventilkörper (23) im Luftdurchlassraum (26) gleitend geführt und in Richtung der Strömungsachse (28) der Luft im Luftdurchlassraum (26) von einer dichtenden Position frei in eine Position verschiebbar ist, in welcher mindestens ein Teilquerschnitt des Luftdurchlassraumes (26) offen ist, dieser Ventilkörper (23) einen Kolben (24) mit einem äusseren Dichtbereich und ein Führungsteil (25) für die Gleitführung im Luftdurchlassraum (26) aufweist, wobei der Dichtbereich des Kolbens (24) in der Dichtungsposition des Ventilkörpers (23) mit der Dichtfläche (27) am Mantel des Luftdurchlassraumes (26) zusammenwirkt und den Querschnitt des Luftdurchlassraumes (26) verschliesst und krafterzeugende Mittel (29) zur Positionierung des Ventilkörpers (23) in dieser Dichtungsposition vorhanden sind.

2. Trainingsgerät nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die krafterzeugenden Mittel (29) magnetische Elemente sind, der Ventilkörper (23) mindestens ein Bauteil (32) aus einem magnetischen Werkstoff enthält und im Bereiche des Gehäuseteiles (22) des Ventils (6) mindestens ein Bauteil (33) zur Erzeugung eines Magnetfeldes oder mindestens ein Bauteil (34) aus einem magnetischen Werkstoff angeordnet ist, wobei diese Teile (32, 33/34) in der dichtenden Position des Ventilkörpers (23) etwa in einer

gemeinsamen Radialebene (35) zur Strömungsachse (28) des Luftdurchlassraumes (26) liegen.

3. Trainingsgerät nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil zur Erzeugung eines Magnetfeldes im Gehäuseteil (22) des Kolbenventils (6) ein Dauermagnet (34) oder ein Elekromagnet (33) ist.

4. Trainingsgerät nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil (32) aus magnetischem Werkstoff im Ventilkörper (23) aus einem magnetisch harten Werkstoff z.B. einen Dauermagneten besteht und im Gehäuseteil (22) des Kolbenventils (6) ein ringförmiges Bauteil (34) aus einem magnetisch weichen Werkstoff z.B. Eisen angeordnet ist.

5. Trainingsgerät nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil (32) aus magnetischem Werkstoff im Ventilkörper (23) aus einem magnetisch weichen Werkstoff z.B. Eisen besteht und das Bauteil (34) aus magnetischem Werkstoff im Gehäuseteil (22) des Kolbenventils (6) aus einem magnetisch harten Werkstoff z.B. einem Dauermagneten besteht.

6. Trainingsgerät nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil (32) aus magnetischem Werkstoff im Ventilkörper (23) und das Bauteil (34) aus magnetischem Werkstoff im Gehäuseteil (22) des Kolbenventils (6) aus einem magnetisch harten Werkstoff z.B. einen Dauermagneten bestehen.

7. Trainingsgerät nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Gehäuseteil (22) des Ventils (6) mindestens zwei Bauteile (34) aus magnetisch hartem Werkstoff, insbesondere Dauermagnete eingebaut und diese Bauteile (34) symmetrisch um die Längsachse des Luftdurchlassraumes (26) angeordnet sind.

8. Trainingsgerät nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuseteil (22) des Kolbenventils (6) einstückig in den Atemluftkanal (2)

integriert ist, die Strömungsachse (28) des Luftdurchlassraumes (26) etwa in Richtung der Längsachse (36) des Atemluftkanales (2) verläuft und dieser Atemluftkanal (2) lösbar in einem Mantelgehäuse (1) gehalten ist.

9. Trainingsgerät nach Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Atemluftkanal (2) mit dem Gehäuseteil (22) des Kolbenventiles (6) sowie der Ventilkörper (23) aus einem Material bestehen, welches beständig gegen Sterilisationsvorgänge ist.

10. Trainingsgerät nach einem der Patentansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Bauteile (34) aus magnetischem Werkstoff oder die Bauteile (33) zur Erzeugung eines Magnetfeldes, welche dem Gehäuseteil (22) des Kolbenventils (6) zugeordnet sind sowie Sensoren (37, 38), zur Ermittlung der Position des Ventilkörpers (23), in einem Mantelgehäuse (1) angeordnet sind und der Atemluftkanal (2) und das Gehäuseteil (22) für das Kolbenventil (6) mit dem Ventilkörper (23) lösbar in dieses Mantelgehäuse (1) eingesetzt und darin befestigt sind.

11. Trainingsgerät nach einem der Patentansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die krafterzeugenden Mittel (33, 34) im Bereich des Gehäuseteiles (22) des Ventiles (6) auswechselbar und Mittel (33, 34) mit unterschiedlicher Krafterzeugung einsetzbar sind.

12. Trainingsgerät nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die krafterzeugenden Mittel (29) federnde Elemente (39, 40) sind und mindestens ein derartiges federndes Element (40) einerseits mit einem Endbereich (41) des Ventilkörpers (23) und anderseits mit dem Gehäuseteil (22) des Kolbenventils (6) verbunden ist.

13. Trainingsgerät nach Patentanspruch 2 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilanordnung zwei parallel wirkende Kolbenventile (6', 6") aufweist, wobei ein erstes der Kolbenventile (6') der Steuerung der Austrittsmenge von verbrauchter Luft aus dem Atemluftkanal (2') und ein zweites

der Kolbenventile (6") der Steuerung der Eintrittsmenge von frischer Luft in den Atemluftkanal (2') dient.

14. Trainingsgerät nach einem der Patentansprüche 1 bis 7 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Verschiebeweg des Ventilkörpers (23) im Luftdurchlassraum (26) durch zwei Endanschläge (42, 43) begrenzt ist, wobei diese Endanschläge (42, 43) in Richtung der Strömungsachse (28) je einen vorgegebenen Abstand zur Dichtposition des Ventilkörpers (23) im Gehäuseteil (22) aufweisen und ein erster Anschlag (43) die Öffnungsposition des Kolbenventils (6) für den Austritt von verbrauchter Luft aus dem Atemluftkanal (2) und der zweite andere Anschlag (41) die Öffnungsposition des Kolbenventils (6) für den Eintritt von frischer Luft in den Atemluftkanal (2) bestimmt.

15. Trainingsgerät nach einem der Patentansprüche 1 bis 7 oder 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass im Gehäuseteil (22) des Kolbenventils (6) und im Verschiebebereich des Kolbens (24) des Ventilkörpers (22) mindestens ein Sensor (37, 38) zur Ermittlung der Position des Ventilkörpers (22) im Luftdurchlassraum (26) angeordnet ist.

16. Trainingsgerät nach Patentanspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass im Gehäuseteil (22) , beidseits der Dichtungsposition des Ventilkörpers (22), je ein Hall-Sensor (37, 38) eingebaut ist, wobei diese beiden Hall-Sensoren (37, 38) infolge von Veränderungen des Magnetfeldes durch Bewegungen des Ventilkörpers (23) in Richtung der Strömungsachse (28) des Luftdurchlasskanales (26) Signale erzeugen.

17. Trainingsgerät nach Patentanspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor (37, 38) mit einem Messwertaufnehmer verbunden ist und dieser Messwertaufnehmer über eine Schnittstelle und eine Datenleitung (13) mit einem Steuergerät (14) verbunden ist.

18. Trainingsgerät nach Patentanspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (14) eine Eingabeeinheit (15) für Zieldaten des Atemtrainings, einen Mikroprozessor, einen Datenspeicher und mindestens ein Anzeigeelement (16, 17) für Steuer- und Kontrollinformationen aufweist.

19. Trainingsgerät nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil zur Erzeugung eines Magnetfeldes im Bereich des Gehäuseteiles (22) des Kolbenventiles (6) ein Elektromagnet (33) ist und dieses Elektromagnet (33) über ein Steuergerät (14) ein- und ausschaltbar ist.

20. Verfahren zur Überwachung der Frischluftzufuhr an einem Trainingsgerät für die Atmungsfunktion gemäss Patentanspruch 1, bei Gebrauch durch eine Person, wobei beim Einatmen zuerst ein Teil des Luftvolumens einem Luftbeutel (5) entnommen wird und anschliessend bei entleertem Beutel (5) ein Teil des Luftvolumens über eine Ventilanordnung (6) aus der Umgebungsluft zugeführt wird und beim Ausatmen zuerst ein Teil des Luftvolumens dem Luftbeutel (5) zugeführt und darin gespeichert wird und nach dem Füllen des Beutels ein Teil der ausgeatmeten Luft über die Ventilanordnung (6) an die Umgebungsluft abgegeben wird und vor Aufnahme des Trainings ein personenbezogenes Beutelvolumen bestimmt sowie eine personenbezogene Atemfrequenz errechnet und diese Atemfrequenz über eine Eingabeeinheit (15) in einem Steuergerät (14) einem Prozessor als Zielwert vorgegeben wird dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor die Zeitdauer für einen Einatmungs- bzw. Ausatmungszyklus ermittelt, die Dauer des geöffneten Zustandes der Ventilanordnung (6) während jedes Einatmungungs- und Ausatmungszyklus gemessen und als Messwert an den Prozessor übermittelt wird, das Verhältnis zwischen errechneter Zyklusdauer des Ein- oder Ausatmungsvorganges und der Öffnungsdauer der Ventilanordnung (6) ermittelt und mit einem personenbezogenen vorgegebenen, gespeicherten Wert verglichen wird und bei Abweichungen des gemessenen vom gespeicherten Wert vom Prozessor über eine Anzeigevor-

richtung (16) eine Korrektur- und/oder eine Alarmanzeige erzeugt wird und damit der CO_2-Gehalt in der Atemluft etwa konstant gehalten wird.

21. Verfahren nach Patentanspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis zwischen errechneter Zyklusdauer des Ein- oder Ausatmungsvorganges und der Öffnungsdauer der Ventilanordnung (6) auf etwa 2:1 festgelegt wird.

22. Verfahren nach Patentanspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungszeiten der Ventilanordnung (6) vorgegeben werden, das Steuergerät (14) entsprechende Steuerimpulse erzeugt und an der Ventilanordnung (6) steuerbare Mittel (33) als Funktion dieser Steuerimpulse Öffnungs- und Schliessvorgänge des Ventils (6) ausführen.

Fig. 1

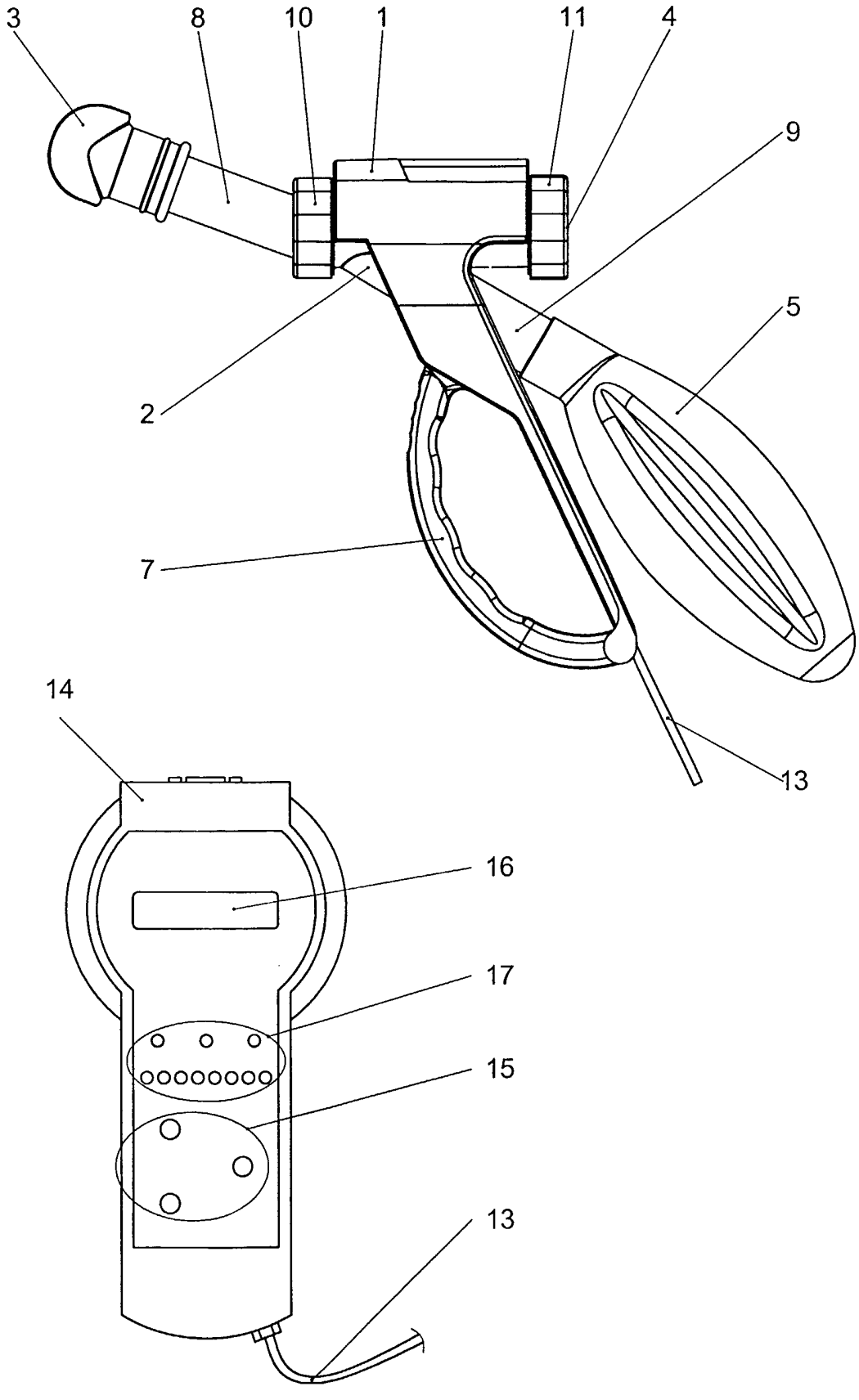


Fig. 2

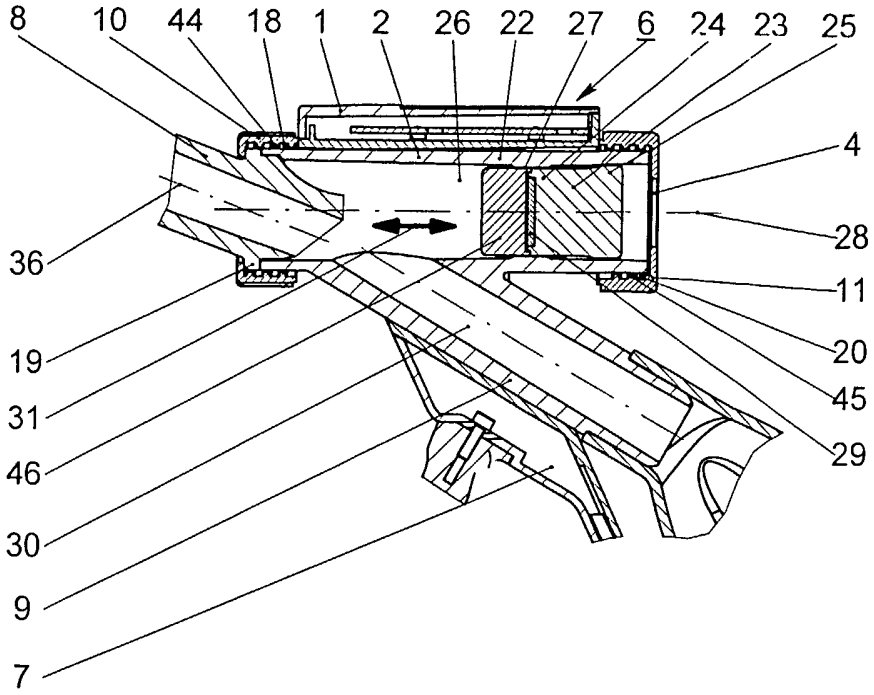


Fig. 3

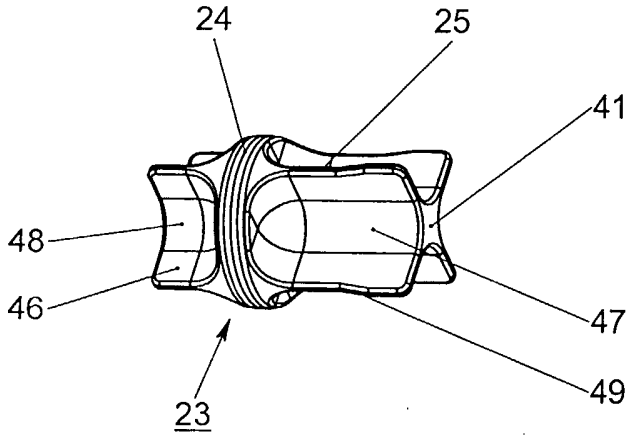


Fig. 4

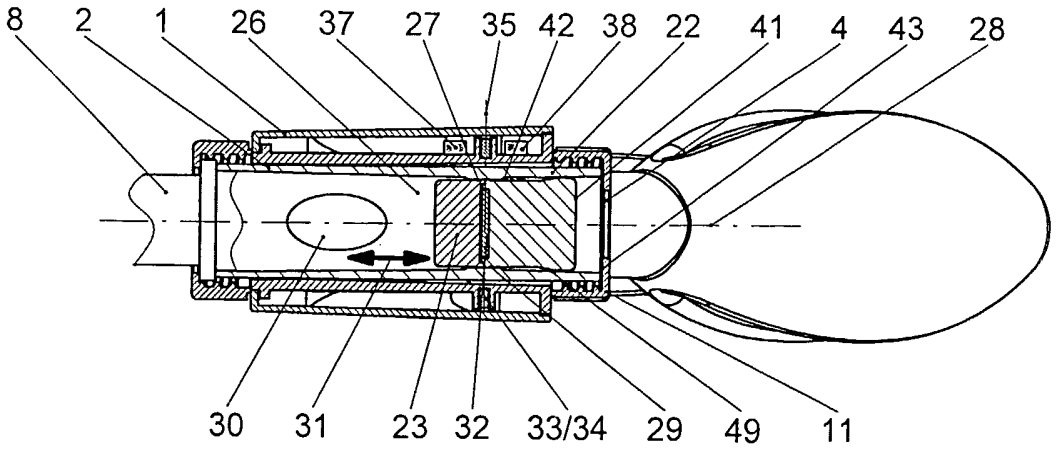


Fig. 5

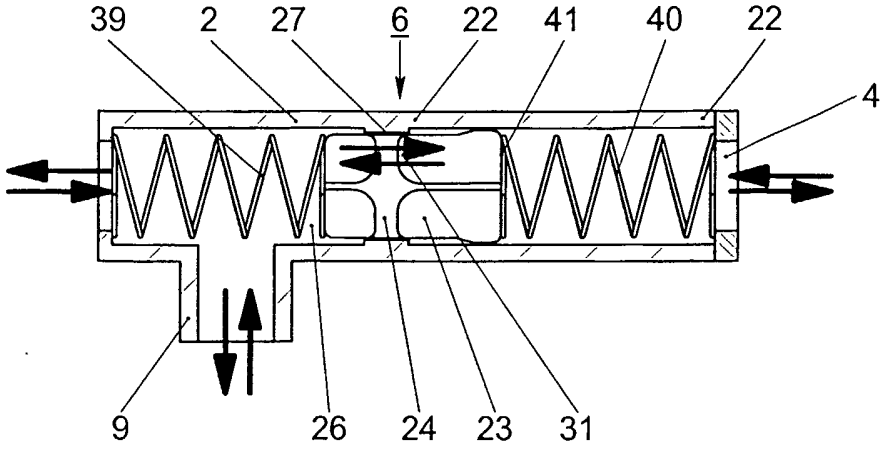
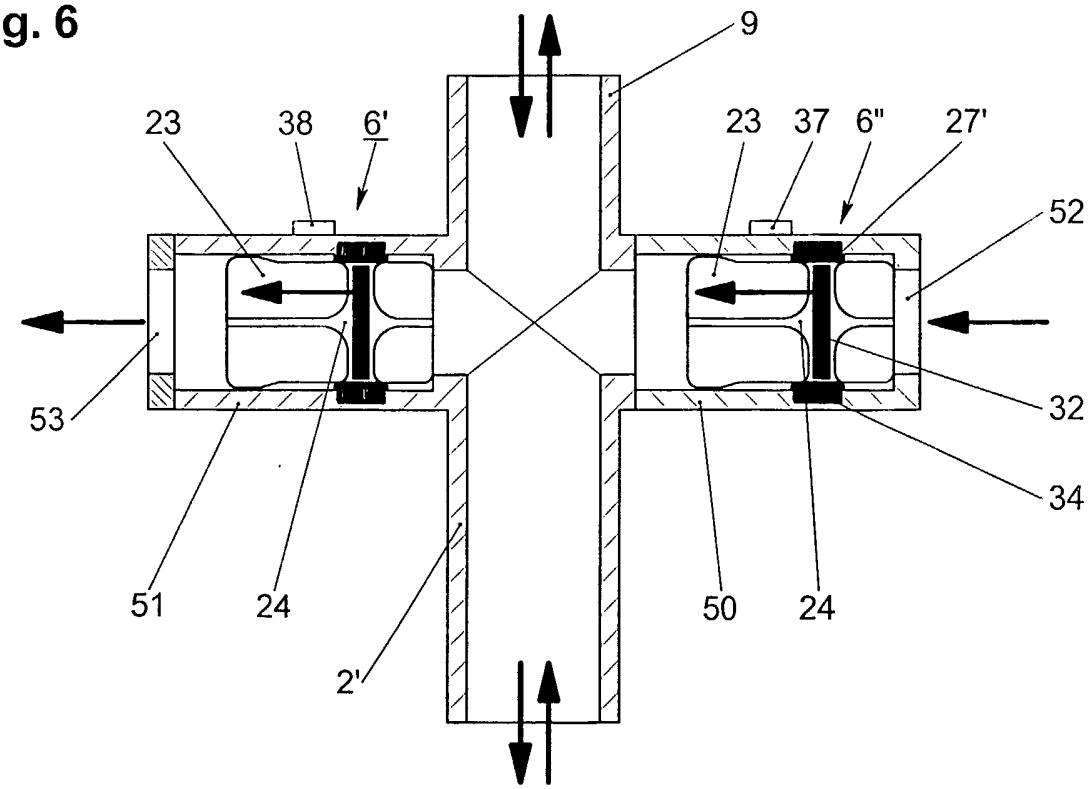

39
2
27
6
22
41
40
22
4
9
26
24
23
31

Fig. 6


9
23
38
6'
23
37
6"
27'
52
53
32
34
51
24
2'
50
24