



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 013 385 A1** 2008.09.18

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 013 385.7**

(22) Anmeldetag: **16.03.2007**

(43) Offenlegungstag: **18.09.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **A61M 16/00** (2006.01)

**A61M 16/20** (2006.01)

**A61F 17/00** (2006.01)

**A61M 37/00** (2006.01)

**A61M 13/00** (2006.01)

**F15D 1/14** (2006.01)

**F17D 3/01** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Enk, Dietmar, Dr.med., 48653 Coesfeld, DE**

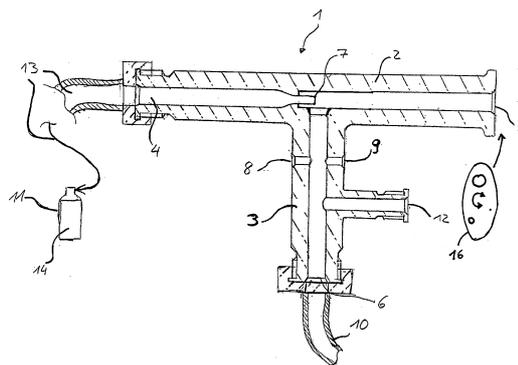
(72) Erfinder:  
**gleich Anmelder**

(74) Vertreter:  
**Kahlhöfer - Neumann - Herzog - Fiesser,  
Patentanwälte, 40210 Düsseldorf**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Gasstromumkehrelement**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Gasstromumkehrelement (1) und ein Verfahren zur Ausnutzung eines unter Überdruck stehenden Gasvorrates (14), insbesondere Sauerstoff, zur wahlweisen Erzeugung eines Gasstromes von oder zu einem Leitungsanschluss (6), insbesondere zum Anschluss eines in den Atemweg eines Patienten einbringbaren Katheters (10) oder einer Kanüle, zum Gasaustausch in abgeschlossenen oder nur teilbelüfteten Räumen. Das Gasstromumkehrelement (1) ist ausgebildet als ein Hauptstück (2) mit Abzweigungsstück (3), wobei das Hauptstück (2) einen Druckanschluss (4) zum Anschluss an den Gasvorrat (14) mit mindestens einer verschließbaren Auslassöffnung (5) verbindet und das Abzweigungsstück (3) von dem Hauptstück (2) zu einem Leitungsanschluss (6) führt. In dem Hauptstück (2) ist eine Düse (7), insbesondere eine Injektor-Düse, so ausgebildet und angeordnet, dass durch einen von dem Druckanschluss (4) durch die Düse (7) zu der Auslassöffnung (5) strömenden Gasstrom in der Abzweigung (3) auch ein Gasstrom in Richtung der Auslassöffnung (5) erzeugbar ist, wobei das Hauptstück (2) vom Abzweigungsstück (3) bis zu der Auslassöffnung (5) einen im Wesentlichen gleichbleibenden oder in Richtung Auslassöffnung (5) zunehmenden Strömungsquerschnitt aufweist. In dem Abzweigungsstück (3) sind bevorzugt zwei Sicherheitsöffnungen (8, 9) vorhanden. Die Auslassöffnung (5) und die Sicherheitsöffnungen (8, 9) sind bevorzugt so angeordnet, dass sie z. B. manuell mit Handballen ...



## Beschreibung

**[0001]** Der Gegenstand der vorliegenden Erfindung bezieht sich auf ein Gasstromumkehrlement zur wechselweisen Erzeugung von Überdruck und Unterdruck an einem Leitungsanschluss zum Gasaustausch in abgeschlossenen oder nur teilbelüfteten Räumen. Eine Anwendung ist der Anschluss eines solchen Gasstromumkehrlementes an einen in den Atemweg eines Patienten einbringbaren Katheter oder einer Kanüle.

**[0002]** Bei der Beatmung eines Patienten wird normalerweise eine Maske oder ein Tubus eingesetzt, über die bzw. den dem nach außen abgedichteten Atemweg mit niedrigem Druck ein Gas oder Gasgemisch, insbesondere Sauerstoff und Luft, zugeführt wird. Alternativ kann man ein solches Gas oder Gasgemisch aber auch mit hohem Druck und hohem Fluss stoßweise durch einen dünnen, ungeblockten Katheter in den nach außen offenen Atemweg injizieren (sogenannte Jet-Ventilation). Dieses Verfahren wird heute insbesondere bei diagnostischen und therapeutischen Eingriffen im Bereich des oberen Atemweges bzw. der Lunge eingesetzt. Mittels dieses Verfahrens kann ein Patient aber auch durch einen durch die Haut direkt in die Luftröhre eingebrachten Katheter bzw. eine so platzierte Kanüle mit Sauerstoff versorgt werden (sogenannte transtracheale Jet-Ventilation). Dieses spezielle Verfahren ist Bestandteil der heute gültigen Algorithmen zum Management eines schwierigen Atemweges und insbesondere der Situation, in der ein Patient konventionell nicht zu beatmen bzw. zu intubieren ist (sogenannte „cannot ventilate, cannot intubate“-Situation).

**[0003]** Unter ungünstigen Bedingungen kann aber gerade die transtracheale Jet-Ventilation auch potentiell lebensgefährlich sein kann. Ist der Atemweg eines Patienten weitgehend oder sogar vollständig z. B. durch Schwellung oder Blutung verlegt, wird die Lunge des Patienten durch die Injektion von Sauerstoff mehr und mehr gebläht. Dabei droht eine Lungenzerreißen (sogenanntes Barotrauma). Weiterhin kann die Drucksteigerung im Brustkorb zu einer für den Patienten nicht minder gefährlichen Kreislaufstörung bzw. zu einem Kreislaufzusammenbruch führen, da das Blut nicht mehr in ausreichendem Maße zum Herzen zurückfließen kann.

**[0004]** Seit einiger Zeit ist der „Oxygen Flow Modulator“ bekannt, der in der beschriebenen kritischen Situation zum bidirektionalen Luftweg wird. Dieser wird beispielsweise in einem 2004 herausgegebenen Prospekt „Products For The Difficult Airway“ der Firma Cook Medical Incorporated auf Seite 10 beschrieben.

**[0005]** Durch ein intermittierendes Schließen und Freigeben mehrerer Öffnungen kann man mit diesem

Instrument nicht nur sehr einfach den Sauerstofffluss zum Patienten kontrollieren, sondern auch den Druck im Brustkorb entlasten. Mit diesem Instrument ist es möglich, selbst bei einem komplett verlegten oberen Atemweg durch einen in die Luftröhre eingebrachten Katheter bzw. eine eingestochene Kanüle die Sauerstoffversorgung eines Patienten zumindest für kurze Zeit sicherzustellen.

**[0006]** Die ca. 3,5 Liter Atemluft, die in dieser Situation bei mittlerer Volumendehnbarkeit des Thorax und normalen Atemwegswiderständen pro Minute passiv, also lediglich durch den leichten Überdruck im Brustkorb, durch einen Katheter mit einem Innendurchmesser von 2,0 mm über das Instrument auch wieder aus der geblähten Lunge abströmen können, sind aber für eine ausreichende Beatmung eines Erwachsenen zu wenig (sogenannte Hypoventilation). Es kommt zur Retention von Kohlendioxid und in der Folge entwickelt sich schnell eine unerwünschte, zunehmende Übersäuerung des Blutes (sogenannte respiratorische Azidose).

**[0007]** Der „Oxygen Flow Modulator“ leistet dabei deutlich mehr als herkömmliche Mittel, mit denen man den Patienten lediglich „aufblasen“ kann. Das Problem, dass man erwachsene Patienten durch einen Katheter oder eine Kanüle mit geringem Querschnitt nicht ausreichend beatmen kann, löst er aber nicht. Neben den erwähnten Risiken hat insbesondere diese Limitierung in jüngster Zeit zu einer Diskussion über den Stellenwert der notfallmäßigen Jet-Ventilation in Fachjournalen geführt.

**[0008]** DE 20213420 U1 beschreibt ein Beatmungsgerät, insbesondere zur notfallmäßigen transtrachealen Beatmung, mit einer steuerbaren Druckgasquelle, einem verzweigten Rohr zur Zu- und Abfuhr des Atemgases zum bzw. vom Patienten, wobei eine Venturi-Düse zur Unterstützung der Expiration genutzt werden soll. Dieses Beatmungsgerät ist eher wie ein Absauggerät für Lungensekret und dergleichen konstruiert, wobei es auf hohen Saugdruck, nicht jedoch auf möglichst große Volumenströme bei der Absaugung ankommt. Laut Fachliteratur kann man mit diesem Beatmungsgerät durch einen Katheter mit einem Innendurchmesser von 2,0 mm das Atemminutenvolumen um ca. 1 Liter/Minute steigern. Das so resultierende Atemminutenvolumen ist aber für eine Normoventilation eines Erwachsenen in der Regel immer noch nicht ausreichend. Die Konstruktion sieht zudem keine Möglichkeit vor, um mit einer Hand den in Richtung Patient wirksam werdenden Über- oder Unterdruck zu kontrollieren.

**[0009]** Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Zielsetzung zugrunde, eine einfache Vorrichtung und ein Verfahren zu schaffen, mit denen einerseits Sauerstoff der Lunge zugeführt, andererseits aber auch Kohlendioxid bzw. verbrauchte Atem-

luft in ausreichendem Maße aktiv aus der Lunge herausgeführt werden kann.

**[0010]** Diese Zielsetzung wird durch ein Gasstromumkehrelement mit den Merkmalen des Anspruchs 1 erreicht und durch ein Verfahren nach Anspruch 12. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen des Gasstromumkehrelementes sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0011]** Das erfindungsgemäße Gasstromumkehrelement dient zur Ausnutzung eines unter Überdruck stehenden Gasvorrates, insbesondere Sauerstoff wahlweisen Erzeugung eines Gasstromes von oder zu einem Leitungsanschluss, insbesondere zum Anschluss an einen in den Atemweg eines Patienten einbringbaren Katheter oder einer Kanüle. Es ist ausgebildet als ein Hauptstück mit Abzweigungsstück, wobei das Hauptstück einen Druckanschluss zum Anschluss an den Gasvorrat mit mindestens einer verschließbaren Auslassöffnung verbindet und das Abzweigungsstück von dem Hauptstück zu einem Leitungsanschluss führt. Dabei ist in dem Hauptstück eine Düse, insbesondere eine Injektor-Düse, so ausgebildet und angeordnet, dass durch einen von dem Druckanschluss durch die Düse zu der Auslassöffnung strömenden Gasstrom auch in der Abzweigung ein Gasstrom in Richtung der Auslassöffnung erzeugbar ist, wobei das Hauptstück vom Abzweigungsstück bis zu der Auslassöffnung einen im wesentlichen gleichbleibenden oder in Richtung Auslassöffnung zunehmenden Strömungsquerschnitt aufweist. Es kann grundsätzlich für die Düse jedes Konstruktionsprinzip gewählt werden, das mittels eines Gasstromes eine Saugwirkung erzeugt.

**[0012]** Bevorzugt findet hier aber das Prinzip einer Gasstrahlpumpe Anwendung. Insbesondere mit Blick auf das Absaugen größerer Gasvolumina ist es dabei wichtig, auf eine Querschnittsverengung im Hauptstück zwischen dem Abzweigstück und der Auslassöffnung möglichst zu verzichten.

**[0013]** Im Durchmesser sind das Lumen des Abzweigungsstückes und des Hauptstückes zwischen Düse und Auslassöffnung sinnvollerweise nicht kleiner als das Lumen des in den Atemweg eines Patienten einbringbaren Katheters oder der Kanüle (z. B. mindestens 2 mm bei Verwendung eines Katheters mit 2 mm Innendurchmesser), da sonst insbesondere für das Abfließen bzw. Ansaugen des Gases aus der Lunge störender, zusätzlicher Widerstand geschaffen wird. Eine deutlich größere Öffnung bzw. Öffnungen zum Abzweigstück führen wieder zu dem bautechnischen Problem, diese im bzw. am kleineren Lumen des Hauptstückes unterzubringen. Zudem ist dies wie auch ein deutlich größeres Lumen des Abzweigungsstückes ohne relevanten Effekt auf den Durchflusswiderstand, der dann hauptsächlich durch den in den Atemweg eines Patienten einbringbaren Katheter

oder der Kanüle bestimmt wird.

**[0014]** Die beschriebene Ausführung erlaubt es nicht nur, ein Gas oder Gasgemisch unter Überdruck einem Katheter oder einer Kanüle zuzuführen und damit dort einen Gasstrom in Richtung Patient zu bewirken, sondern ermöglicht es auch, einen Gas- oder Gasgemischstrom zur Erzeugung von Unterdruck und damit einem Gasstrom in einem Katheter oder einer Kanüle vom Patienten weg zu nutzen. Dies kann durch Öffnen und Schließen der Auslassöffnung wechselweise geschehen, obwohl das Gasstromumkehrelement nur mit Überdruck versorgt wird.

**[0015]** Zur Sicherheit des Patienten ist es wichtig, dass nicht schon bei einer versehentlichen Manipulation am Gasstromumkehrelement irgendein Einfluss auf den Atemweg ausgeübt wird. Daher ist es vorteilhaft, wenn vorzugsweise in dem Abzweigungsstück mindestens eine Sicherheitsöffnung vorhanden ist. Bevorzugt sollten sogar zwei, besonders bevorzugt zwei nebeneinander oder einander gegenüberliegende Sicherheitsöffnungen vorhanden sein. Dabei dienen diese Sicherheitsöffnungen gleichzeitig der Steuerung des Über- oder Unterdruckes in Richtung Patient. Bei Freigabe wirken sie zudem als Druckausgleichsöffnungen und ermöglichen den Ausgleich eines intrathorakalen Über- oder Unterdruckes, wenn man die Jet-Beatmung kurz pausiert. Dadurch kann sich der Druck in der Lunge mit dem Außendruck äquilibrieren. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn man einen komplett verlegten Atemweg hat, und man nicht weiß, ob die Lunge des Patienten aktuell etwas zu stark aufgeblasen oder leer gesaugt ist.

**[0016]** Bei Verbinden des Druckanschlusses des Gasstromumkehrelementes mit einer Druckgasquelle strömt Gas durch die Düse zur Auslassöffnung, was ohne Sicherheitsöffnungen direkt zu einem Unterdruck am Leitungsanschluss und damit eventuell auch im Atemweg führt. Durch die noch offenen Sicherheitsöffnungen, die dazu einen genügend großen Querschnitt haben sollten, wird dies vermieden, da der Unterdruck durch dort einströmende Umgebungsluft ausgeglichen wird. Erst wenn alle Sicherheitsöffnungen gezielt, z. B. durch die Finger einer Bedienungsperson, geschlossen werden, entsteht am Leitungsanschluss ein Unterdruck.

**[0017]** Durch zusätzliches Schließen der Auslassöffnung kann dann ein Gas oder Gasgemisch auch in den Atemweg geleitet werden. Bei Freigabe der Sicherheitsöffnungen entweicht das Gas oder Gasgemisch hingegen sofort quantitativ in die Umgebungsluft. Durch wechselweises Öffnen und Schließen der Auslassöffnung bei geschlossenen Sicherheitsöffnungen erreicht man eine wirkungsvolle Beatmung. Bevorzugt ist die Auslassöffnung als sich nach außen öffnender Trichter geformt, der nicht so leicht verse-

hentlich verschlossen werden kann wie eine kleine Auslassöffnung.

**[0018]** Besonders bei einer Notfallversorgung ist es vorteilhaft, nach einer bevorzugten Ausführung der Erfindung die Auslassöffnung und die Sicherheitsöffnungen so anzuordnen, dass sie manuell, vorzugsweise mit Handballen und/oder Fingern nur einer Hand eines Helfers oder einer Bedienperson wahlweise einzeln oder gemeinsam ganz oder teilweise verschließbar sind. So kann ein Helfer mit einer Hand die Beatmung nach Bedarf durchführen, unterbrechen oder durch teilweises Verschließen der Öffnungen regulieren, hat aber noch die andere Hand für weitere Maßnahmen oder Tätigkeiten (z. B. Sicherung des Katheters oder der Kanüle) frei.

**[0019]** Bevorzugt ist der Druckanschluss des Gasstromumkehrelementes zur Herstellung einer Verbindung mit einer Druckgasquelle, vorzugsweise einer Sauerstoffdruckflasche, ausgebildet. In den meisten Notarztwagen oder Unfallstationen steht zumindest eine kleine Sauerstoffdruckflasche (z. B. 2 Liter) zur Verfügung, mit der das Gasstromumkehrelement über einen Zeitraum von wenigstens 20 Minuten betrieben werden kann.

**[0020]** Es kann erforderlich sein, dem Gas oder Gasgemisch Medikamente beizumischen. Dazu kann besonders vorteilhaft ein verschließbarer Seitenzugang an dem Abzweigungsstück angeordnet sein, vorzugsweise zwischen den Sicherheitsöffnungen und dem Leitungsanschluss. So können z. B. Adrenalin, Lokalanästhetika, Sekretolytika und dergleichen mittels des schnell fließenden Gases oder Gasgemisches zum Patienten hin fein verdüst werden. Damit kann ein Medikament effektiv und großflächig in den Bronchien verteilt werden und wird so quantitativ schneller resorbiert. Zudem bietet der Seitenzugang eine Anschlussmöglichkeit für eine Kapnometrie-Leitung, über die aus der abgesaugten Atemluft im Nebenstrom eine kleine Probe für die Messung der Kohlendioxidkonzentration abgeführt werden kann. So lässt sich die Effektivität der Beatmung im Verlauf abschätzen (über die Zeit ab- bzw. zunehmende Ventilation). Vorstellbar ist auch der direkte oder indirekte Anschluss einer Gasfluss- oder Druckmesseinrichtung.

**[0021]** Erfindungsgemäß bilden bevorzugt das Hauptstück und das Abzweigungsstück zusammen etwa ein T-Stück mit dem Hauptstück als Querbalken. Dies macht den Aufbau besonders übersichtlich und die Düsenkonstruktion sehr einfach.

**[0022]** Alternativ wird erfindungsgemäß ein Gasstromumkehrelement vorgeschlagen, bei dem das Hauptstück und das Abzweigungsstück zusammen etwa ein Y-Stück bilden, wobei die Auslassöffnung den Fuß des Y bildet. Auch eine Anordnung, bei der

das Abzweigungsstück einen Winkel zwischen 10° und 90° zu einem geraden Hauptstück bildet, kann für die Strömungsführung vorteilhaft sein.

**[0023]** Zur Vereinfachung der Herstellung ist das Gasstromumkehrelement erfindungsgemäß bevorzugt aus mehreren Teilelementen zusammengesetzt, insbesondere zusammengeschrubt. Dies erlaubt die Verwendung von Standardbauteilen für einen Teil der Anordnung.

**[0024]** Ebenfalls bevorzugt sind der Druckanschluss und/oder der Leitungsanschluss und gegebenenfalls der Seitenzugang als sogenannter „Luer Lock“ ausgeführt, um die druckfeste und druckdichte Verbindung mit Standardbauteilen zu erlauben.

**[0025]** Aus Sicherheitsgründen erscheint es sinnvoll, den Hochdruckteil des Gasstromumkehrelementes einschließlich des Verbindungsschlauchanschlusses zu kapseln.

**[0026]** Im Allgemeinen soll erfindungsgemäß das Gasstromumkehrelement im Wesentlichen aus Kunststoff gefertigt sein, wobei die Düse aus Kunststoff oder aus einem metallischen Einsatz besteht.

**[0027]** Im Folgenden soll noch einiges zu dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betrieb eines Gasstromumkehrelementes erläutert werden. Hauptsächlich besteht das Verfahren darin, dass ein im Wesentlichen konstanter Gasdruck, insbesondere Sauerstoffdruck, an den Druckanschluss angelegt wird, wobei zur Erzeugung von Überdruck am Leitungsanschluss die Auslassöffnung und gegebenenfalls alle Sicherheitsöffnungen verschlossen werden und zur Erzeugung von Unterdruck die Auslassöffnung bei gegebenenfalls weiter geschlossenen Sicherheitsöffnungen geöffnet wird.

**[0028]** Durch dieses Prinzip des Ansaugens von Atemluft über einen in den Atemweg eines Patienten einbringbaren Katheter oder einer Kanüle kann das Gasstromumkehrelement mit der herkömmlichen Jet-Ventilation sehr sinnvoll kombiniert werden. Nicht nur im Notfall kann ein Patient so durch Leitungen mit kleinem Querschnitt (z. B. transkutan in die Luftröhre eingebrachte Katheter oder Kanülen, aber auch sogenannte Tubuswechsler oder Arbeitskanäle von flexiblen Fiberoptiken) effektiv beatmet werden (d. h. ausreichende Versorgung mit Sauerstoff bei gleichzeitiger Elimination des anfallenden Kohlendioxid). Dabei ist es unerheblich, ob der obere Atemweg – wie bei konventioneller Jet-Ventilation unerlässlich – offen oder hingegen teilweise wenn nicht sogar vollständig verlegt ist.

**[0029]** Für den Einsatz des erfindungsgemäßen Gasstromumkehrelementes werden lediglich eine Sauerstoffdruckflasche und eine Verbindungsleitung

benötigt. Das Gasstromumkehrelement kann so ausgeführt sein, dass es insbesondere auch für verschiedene Drücke der Sauerstoffquellen anpassbar ist bzw. konstruiert werden kann. Z. B. haben Sauerstoffquellen in den Vereinigten Staaten einen Entnahmedruck von 3,5 bar, in Europa hingegen von bis zu 5 bar.

**[0030]** Eine wichtige Größe bei dem Gasstromumkehrelement ist der Abstrahlndruck an der Düse, durch den ein Unterdruck an dem Leitungsanschluss erzeugt wird. Der Abstrahlndruck korreliert dabei direkt mit dem Fluss und der resultierenden Fließgeschwindigkeit des Gases bzw. Gasgemisches durch das Gasstromumkehrelement und die Fließgeschwindigkeit des Gases bzw. Gasgemisches wiederum mit dem Unterdruck am Leitungsanschluss. Mit Blick auf die gewünschte große Saugleistung muss man mit sehr hohen Gasgeschwindigkeiten arbeiten. Diese lassen sich bevorzugt durch Öffnungen der Injektor-Düse von 1 mm oder kleiner erreichen. Bei einem Druckgasfluss von 15 Litern/Minute durch eine solche Düse können sich Gasgeschwindigkeiten im Überschallbereich ergeben. Wichtig ist auch, dass der erzeugte Unterdruck im Abzweigungsstück in einen relativ hohen Gasstrom umgesetzt werden kann, was dann am besten gelingt, wenn keine den Gasstrom signifikant behindernden Querschnittsverengungen im Hauptstück zwischen Abzweigungsstück und Auslassöffnung vorhanden sind.

**[0031]** Das Gasstromumkehrelement kann auch mit einem vorgeschalteten Flussmeter kombiniert werden. Dadurch kann man sich sehr einfach und schnell an den Patienten anzupassen (z. B. werden so Kinder mit geringerem Sauerstofffluss, damit geringerem Abstrahlndruck an der Düse und somit auch geringerem Unterdruck an dem Leitungsanschluss beatmet). Aus einer Reduktion des Gas(gemisch)flusses folgt immer eine weniger starke Beatmung (Reduktion des Atemminutenvolumens), aus einer Erhöhung des Gas(gemisch)flusses hingegen eine stärkere Beatmung (Erhöhung des Atemminutenvolumens).

**[0032]** Da ein typischerweise verwendeter Katheter bzw. eine Kanüle einen erheblichen Durchflusswiderstand bietet, wird der am Leitungsanschluss wechselweise wirksam werdene Überdruck bzw. Unterdruck gedämpft. Druckänderungen werden in der Lunge eines Patienten primär immer durch das nach normaler Ausatmung noch in der Lunge befindliche Gasvolumen (sogenannte funktionelle Residualkapazität), sekundär dann durch die elastische Thoraxwand und das verschiebliche Zwerchfell gedämpft. Dadurch wird die Gefahr eines Barotraumas minimiert. Ein Barotrauma ist überhaupt nur bei längerer Fehlbedienung des Gasstromumkehrelementes durch den Anwender möglich. Dem Risiko kollabierender Lungenabschnitte (Entstehung sogenannter Atelektasen) bei einem zu langen und starken Ansaugen

von Atemluft aus der Lunge steht hingegen ein gerade in Notfallsituationen gewünschter positiver Kreislauffeffekt gegenüber, verbessert doch ein niedriger Druck im Brustkorb den Blutrückfluss zum Herzen.

**[0033]** Bei Ventilationstests in einem Lungenmodell wurden mit einem Sauerstofffluss von 15 Litern/Minute und einem Abstrahlndruck von ca. 1,4 bar unter Verwendung eines ca. 10 cm langen, transtrachealen Katheters mit 2 mm Innendurchmesser ein für die Beatmung eines Erwachsenen ausreichendes Atemminutenvolumen von mehr als 6 Litern/Minute gemessen. Hier ist noch anzumerken, dass bei Jet-Ventilation durch einen transtrachealen Katheter anatomischer Totraum wegfällt und daher grundsätzlich bereits ein kleineres Atemminutenvolumen für eine ausreichende Beatmung (sogenannte Normoventilation) eines Patienten ausreicht.

**[0034]** Bemerkenswert war bei den Versuchen eine mehr oder weniger physiologische Relation zwischen Inspirations- und Expirationszeit (hier: Zeit der Injektion von Sauerstoff und Zeit des Absaugens von Atemluft). Dies minimiert beatmungsbedingte Kreislaufprobleme. Bei passivem Abstrom von Atemluft durch einen solchen transtrachealen Katheter ergibt sich hingegen ein groteskes Inspirations-/Expirationsverhältnis mit einer zur Inspirationszeit vielfach längeren Expirationszeit.

**[0035]** Die Limitierung des Unterdruckes auf etwa -0,3 bar, der bei Versuchen erreicht wurde, ist vorteilhaft: Liegt der Katheter bzw. die Kanüle der Schleimhaut an, kann er bzw. sie sich nicht zu stark ansaugen und dadurch die Schleimhaut lokal schädigen. Prinzipbedingt wird der Katheter bzw. die Kanüle zudem bei jeder Injektion von der Schleimhaut weggedrückt.

**[0036]** Die simple, aber gut funktionierende und für den Patienten und Anwender nahezu gefahrlose „Wechselschaltung“ zwischen Über- und Unterdruck mit zyklischer Fluss- und Druckumkehr im Gasstromumkehrelement eröffnen neue Möglichkeiten insbesondere bei der Notfallbeatmung. Das Fehlen jeglicher Mechanik bzw. beweglicher Teile macht das relativ kleine Gerät nicht nur wartungsfrei, sondern auch leicht verständlich und in der Anwendung sicher. Etwas (unter sehr ungünstigen Umständen) potentiell Gefährliches kann immer nur durch eine bewusste Manipulation des Anwenders geschehen, nicht aber durch den Anschluss des Gasstromumkehrelementes als solches bzw. das Aufdrehen einer angeschlossenen Druckgasquelle.

**[0037]** Der Anwendungsbereich geht aber weit über die „cannot ventilate, cannot intubate“-Situation hinaus. Zweifellos kann auch ein Patient mit nur teilweise bzw. zeitweilig verlegtem oberem Atemweg von

diesem Beatmungsprinzip profitieren, schafft doch die saugunterstützte Ausatmung einen virtuell größeren, freien Atemweg. Selbst bei Patienten mit offenem oberem Atemweg ist zu erwarten, dass es aufgrund effektiveren Gasaustausches bzw. größeren Gasumsatzes in der Lunge zu einer schnelleren Sauerstoffanreicherung bei gleichzeitig effektiverer Kohlendioxidelimination kommt.

**[0038]** Auch die Möglichkeit einer einfachen Jet-Ventilation besteht: Hierfür müssen lediglich die Auslassöffnung und die Sicherheitsöffnungen zeitgleich verschlossen und wieder frei gegeben werden, d. h. die saugunterstützte Ausatmung ist lediglich eine Option, die man nutzen kann, aber nicht nutzen muss.

**[0039]** Wünschenswert ist die Implementierung dieses Prinzips in konventionelle Jet-Ventilatoren. Die heutigen Geräte erfordern alle einen ausreichend großen, freien oberen Atemweg des Patienten. Im Falle einer weitgehenden bzw. vollständigen Verlegung des Atemweges (z. B. durch Instrumentation) stoppen diese Geräte, sobald ein zu hoher Druck im Atemweg gemessen wird, mit der Folge, dass der Patient nicht mehr beatmet wird. Basierend auf der vorliegenden Erfindung lassen sich Jet-Ventilatoren bauen, die unabhängig vom freien Atemwegsquerschnitt und sogar bei vollständiger Verlegung des Atemweges einen Patienten nicht nur ausreichend, sondern sehr sicher und effektiv beatmen können.

**[0040]** Ausgehend vom Funktionsprinzip des Gasstromumkehrelementes könnte man mittels einer sich über der Auslassöffnung drehenden Lochscheibe bzw. einem Lochrad eine sehr präzise Steuerung des Inspirations-/Expirationsverhältnisses sowie der Beatmungsfrequenz realisieren. Durch geeignete Ausschnitte in dieser Lochscheibe bzw. in diesem Lochrad wären Inspirations- und Expirationszeit auch so festzulegen, dass das injizierte Gas (gemischt)volumen nachfolgend wieder abgesaugt wird. Mit einer sich dann schnell drehenden Lochscheibe bzw. einem Lochrad ließen sich zudem vergleichsweise einfach Beatmungsfrequenzen im Sinne einer Hochfrequenzventilation (z. B. zur lungenprotektiven Beatmung kritisch kranker Patienten) realisieren, die in herkömmlichen Geräten technisch erheblich höheren Aufwand erfordern. Dies würde völlig neue Möglichkeiten bei diagnostischen und therapeutischen Interventionen eröffnen.

**[0041]** Ausführungsbeispiele der Erfindung, auf die diese jedoch nicht beschränkt ist, werden im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert, und zwar zeigen:

**[0042]** [Fig. 1](#) einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Gasstromumkehrelement mit schematisch dargestellten Peripheriegeräten und die

**[0043]** [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) alternative Ausgestaltungen von Düse und Hauptstück.

**[0044]** [Fig. 1](#) zeigt ein Gasstromumkehrelement **1** mit einem Hauptstück **2**, welches einen Druckanschluss **4** mit einer Auslassöffnung **5** verbindet. Der Druckanschluss **4** kann über eine Verbindungsleitung **13** mit einem unter Überdruck stehenden Gasvorrat **14** in einer Druckgasquelle **11** verbunden werden. Im Allgemeinen steht für die Notfallversorgung von Patienten eine Sauerstoffdruckflasche zur Verfügung. Von dem Hauptstück **2** zweigt ein Abzweigungsstück **3** ab, welches zu einem Leitungsanschluss **6** führt. In dem Hauptstück **2** ist eine Düse **7** ausgebildet, durch die Gas vom Druckanschluss **4** zur Auslassöffnung **5** strömen kann, wobei diese Düse **7** in der Nähe des Abzweigungsstückes **3** liegt, so dass das durch die Düse zur Auslassöffnung **5** strömende Gas einen Unterdruck im Abzweigungsstück erzeugt. Hier findet das Prinzip einer Gasstrahlpumpe Anwendung. Es kann jedoch jede Anordnung gewählt werden, die mittels eines Gasstromes eine Saugwirkung erzeugen kann. Dazu ist es insbesondere nicht erforderlich, dass das Abzweigungsstück **3**, wie im Ausführungsbeispiel gezeigt, einen rechten Winkel  $\alpha$  (Alpha) zu dem Hauptstück bildet. Weiter weist das Abzweigungsstück **3** eine erste **8** und eine zweite **9** Sicherheitsöffnung auf. Solange diese beiden Sicherheitsöffnungen **8**, **9** nicht gezielt verschlossen werden, übt die Vorrichtung auch bei strömendem Gas keinen Einfluss auf den Atemweg eines Patienten aus. Nur wenn diese Sicherheitsöffnungen **8**, **9** verschlossen werden, entsteht im Abzweigungsstück **3** ein Unterdruck, solange die Auslassöffnung **5** offen ist, und ein Überdruck, wenn die Auslassöffnung **5** verschlossen wird. Bevorzugt sollten alle Öffnungen so angeordnet sein, dass sie von einer Bedienperson zwar mit einer Hand bewusst, aber kaum versehentlich verschlossen werden können. Zumindest die Auslassöffnung **5** sollte dann mit einem Finger verschließbar sein, da sie bei der Beatmung wechselweise geöffnet und geschlossen werden muss. Um auch hier eine versehentliche Betätigung möglichst zu vermeiden, kann das Hauptstück **2** vor der Auslassöffnung **5** trichterförmig erweitert sein. Wie schematisch angedeutet, kann vor der Auslassöffnung **5** auch eine drehbare Lochscheibe **16** mit unterschiedlich großen Löchern angeordnet sein, die dann von einer Bedienperson in die jeweils gewünschte Stellung gedreht werden kann. Das Abzweigungsstück **3** weist außerdem einen verschließbaren Seitenzugang **12** auf, durch den Medikamente zugegeben oder Sonden eingeführt werden können. An den Leitungsanschluss **6** kann ein Katheter **10** oder eine Kanüle angeschlossen werden. Bevorzugt ist jeder der Anschlüsse als sogenannter „Luer Lock“ ausgebildet. Die ganze Anordnung ist vorzugsweise aus Kunststoff hergestellt, wobei die Düse **7** je nach Bedarf auch als metallisches Teil eingesetzt sein kann.

**[0045]** In den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) sind alternative Ausgestaltungen des Hauptstückes **2** und der Düse **7** dargestellt. [Fig. 2](#) zeigt eine Ausgestaltung des Hauptstückes **2** als Venturidüse, bei der an der Stelle der höchsten Geschwindigkeit und damit des geringsten Druckes das Abzweigungsstück **3** einmündet. Bei beiden [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) bildet das Hauptstück **2** hinter dem Abzweigungsstück **3** einen sich konisch mit einem Öffnungswinkel  $\beta$  (Beta), von z. B. 1 bis 7°, erweiternden Kanal **15**.

**[0046]** Die vorliegende Erfindung ermöglicht eine effektive Beatmung eines Patienten. Unter Notfallbedingungen ist neben einem in den Atemweg eines Patienten einbringbaren Katheter **10** oder einer Kanüle und einer Verbindungsleitung **13** lediglich eine Druckgasquelle **11**, z. B. eine Sauerstoffdruckflasche, notwendig. Hohe Sicherheit für Patient und Helfer ist bei dieser Beatmungstechnik gewährleistet. Auch eine Anwendung als Atemhilfe zur Unterstützung der Eigenatmung eines spontan atmenden Patienten ist möglich.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Gasstromumkehrelement
<b>2</b>	Hauptstück
<b>3</b>	Abzweigungsstück
<b>4</b>	Druckanschluss
<b>5</b>	Auslassöffnung
<b>6</b>	Leistungsanschluss
<b>7</b>	Düse (Injektor-Düse)
<b>8</b>	erste Sicherheitsöffnung
<b>9</b>	zweite Sicherheitsöffnung
<b>10</b>	Katheter
<b>11</b>	Druckgasquelle
<b>12</b>	Seitenzugang
<b>13</b>	Verbindungsleitung
<b>14</b>	unter Überdruck stehender Gasvorrat
<b>15</b>	sich konisch erweiternder Kanal
<b>16</b>	Lochscheibe
<b><math>\alpha</math>(Alpha)</b>	Winkel zwischen Hauptstück und Abzweigungsstück
<b><math>\beta</math>(Beta)</b>	Öffnungswinkel hinter der Düse

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 20213420 U1 [\[0008\]](#)

### Patentansprüche

1. Gasstromumkehrelement (1) zur Ausnutzung eines unter Überdruck stehenden Gasvorrates (14), insbesondere Sauerstoff, zur wahlweisen Erzeugung eines Gasstromes von oder zu einem Leitungsanschluss (6), der insbesondere mit einem Atemweg eines Patienten verbindbar ist, ausgebildet als ein Hauptstück (2) mit Abzweigungsstück (3), wobei das Hauptstück (2) einen Druckanschluss (4) zum Anschluss an den Gasvorrat (14) mit mindestens einer verschließbaren Auslassöffnung (5) verbindet und das Abzweigungsstück (3) das Hauptstück (2) mit dem Leitungsanschluss (6) verbindet, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Hauptstück (2) eine Düse (7), insbesondere eine Injektor-Düse, so ausgebildet und angeordnet ist, dass durch einen von dem Druckanschluss (4) durch die Düse (7) zu der Auslassöffnung (5) strömenden Gasstrom im Hauptstück (2) bei geöffneter Auslassöffnung (5) auch ein Gasstrom im Abzweigungsstück (3) in Richtung Auslassöffnung (5) erzeugbar ist, wobei das Hauptstück (2) vom Abzweigungsstück (3) bis zu der Auslassöffnung (5) einen im wesentlichen gleichbleibenden oder in Richtung Auslassöffnung (5) zunehmenden Strömungsquerschnitt aufweist.

2. Gasstromumkehrelement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Hauptstück (2) und/oder in dem Abzweigungsstück (3) mindestens eine Sicherheitsöffnung (8, 9) vorhanden ist, bevorzugt aber zwei, besonders bevorzugt zwei nebeneinander oder einander gegenüber liegende Sicherheitsöffnungen (8, 9) vorhanden sind.

3. Gasstromumkehrelement (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Auslassöffnung (5) und die Sicherheitsöffnung(en) (8, 9) so angeordnet sind, dass sie manuell, vorzugsweise mit Handballen und/oder Fingern nur einer Hand eines Helfers wahlweise einzeln oder gemeinsam ganz oder teilweise verschließbar sind.

4. Gasstromumkehrelement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Auslassöffnung (5) durch eine Lochscheibe (15) wechselweise ganz oder teilweise verschlossen und freigegeben wird.

5. Gasstromumkehrelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckanschluss (4) zur Herstellung einer Verbindung mit einer Druckgasquelle (11), vorzugsweise einer Sauerstoffdruckflasche, ausgebildet ist.

6. Gasstromumkehrelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Abzweigungsstück (3) einen verschließbaren Seitenzugang (12) aufweist, vorzugsweise zwischen der/den Sicherheitsöffnung(en) (8, 9)

und dem Leitungsanschluss (6).

7. Gasstromumkehrelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Hauptstück (2) und das Abzweigungsstück (3) zusammen etwa ein T-Stück bilden mit dem Hauptstück (2) als Querbalken.

8. Gasstromumkehrelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Hauptstück (2) und das Abzweigungsstück (3) zusammen etwa ein Y-Stück bilden, wobei die Auslassöffnung (5) den Fuß des Y bildet.

9. Gasstromumkehrelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gasstromumkehrelement (1) aus mehreren Teilelementen zusammengesetzt, insbesondere zusammengeschraubt ist.

10. Gasstromumkehrelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckanschluss (4) und/oder der Leitungsanschluss (6) und gegebenenfalls der Seitenzugang (12) als sogenannter „Luer Lock“ ausgeführt sind.

11. Gasstromumkehrelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gasstromumkehrelement (1) im Wesentlichen aus Kunststoff gefertigt ist, wobei die Düse (7) aus Kunststoff oder aus einem metallischen Einsatz besteht und das Hauptstück (2) einschließlich des Druckanschlusses (4) gekapselt ist.

12. Verfahren zum Betrieb eines Gasstromumkehrelementes (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 zur wahlweisen Erzeugung eines Gasstromes von oder zu einem Leitungsanschluss (6), insbesondere zum Anschluss eines in den Atemweg eines Patienten einbringbaren Katheters (10) oder einer Kanüle, zum Gasaustausch in abgeschlossenen oder nur teilbelüfteten Räumen, dadurch gekennzeichnet, dass ein im Wesentlichen konstanter Gasdruck, insbesondere Sauerstoffdruck, an den Druckanschluss (4) angelegt wird, wobei zur Erzeugung eines Gasstromes zum Leitungsanschluss (6) die Auslassöffnung (5) und gegebenenfalls alle Sicherheitsöffnungen (8, 9) verschlossen werden und zur Erzeugung eines Gasstromes vom Leitungsanschluss (6) in Richtung Auslassöffnung (5) die Auslassöffnung (5) bei gegebenenfalls weiter geschlossenen Sicherheitsöffnungen (8, 9) geöffnet wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

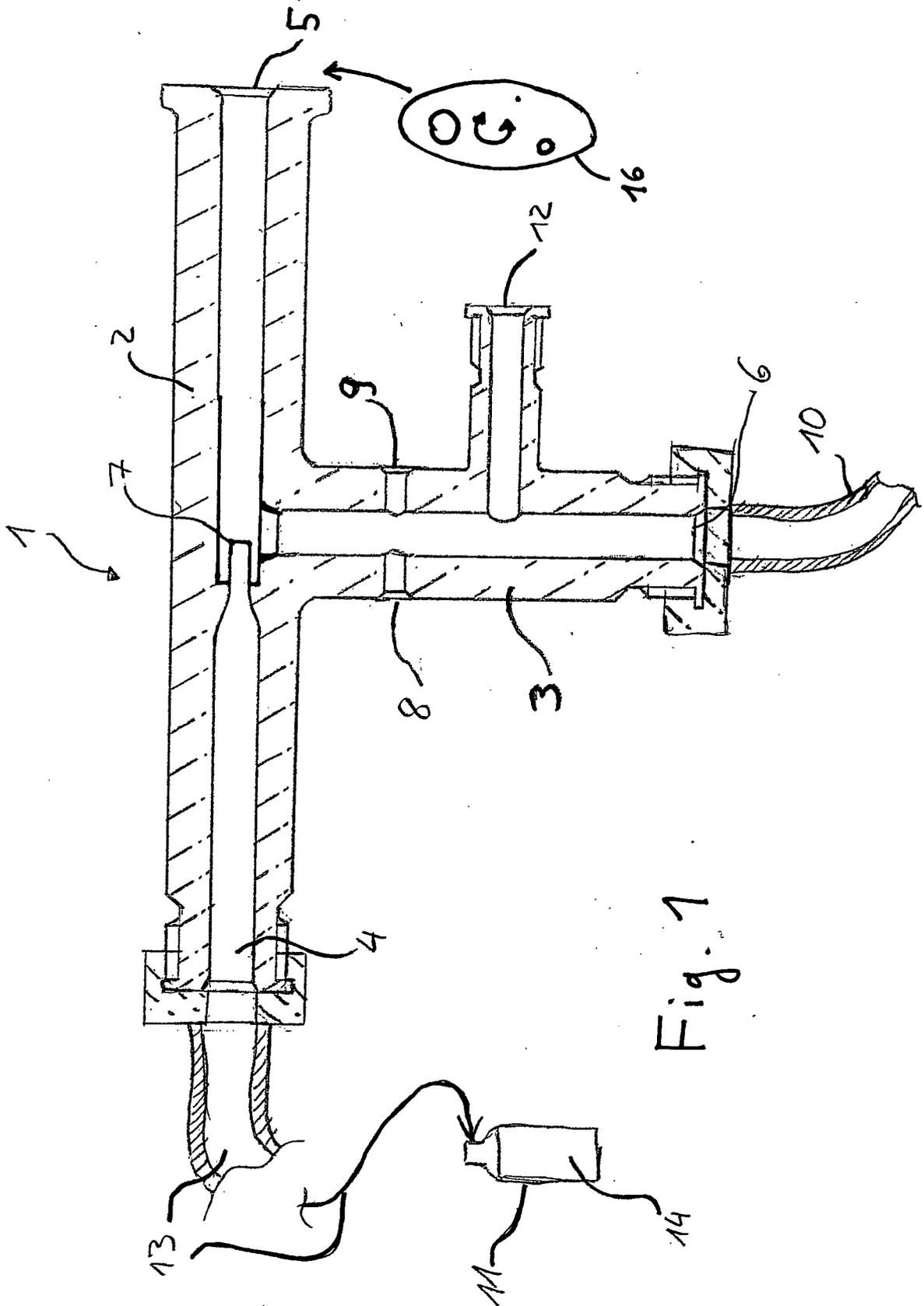


Fig. 1

Fig. 2

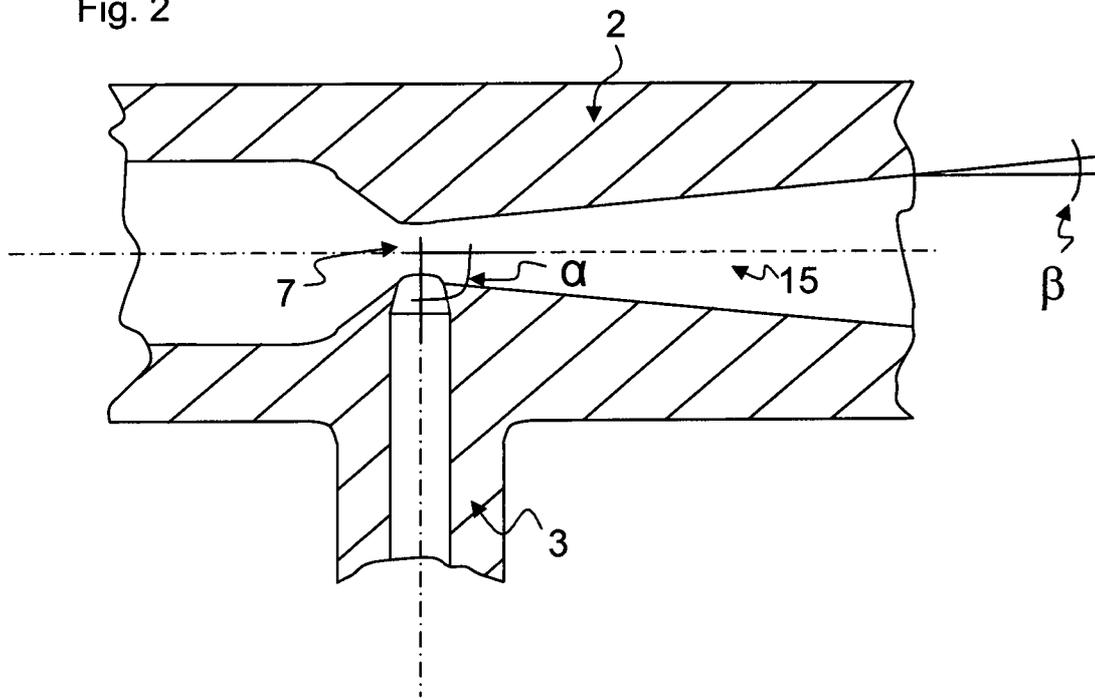


Fig. 3

