



(10) **DE 11 2011 101 485 T5** 2013.07.11

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2011/136665**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2011 101 485.6**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/NZ2011/000059**  
(86) PCT-Anmeldetag: **27.04.2011**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **03.11.2011**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **11.07.2013**

(51) Int Cl.: **A61M 16/16** (2013.01)

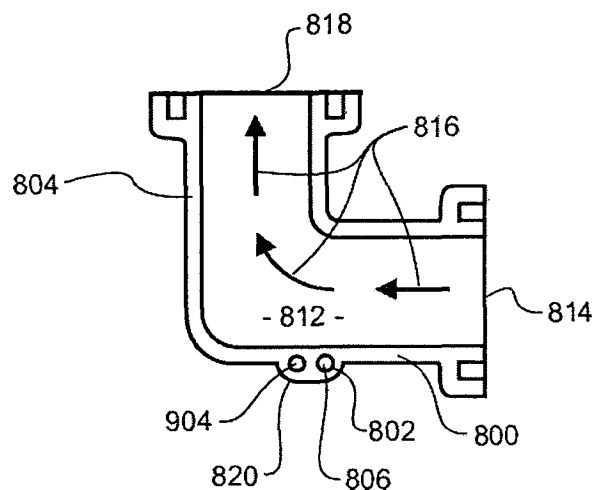
(30) Unionspriorität:  
**61/328,521**      **27.04.2010**      **US**  
  
(71) Anmelder:  
**Fisher & Paykel Healthcare Ltd., Auckland, NZ**  
  
(74) Vertreter:  
**Weickmann & Weickmann, 81679, München, DE**

(72) Erfinder:  
**Barker, Dean, Auckland, NZ; O'Donnell, Kevin  
Peter, Auckland, NZ; Kramer, Martin Paul  
Friedrich, Auckland, NZ; Tatkov, Stanislav,  
Howick, Auckland, NZ; Clark, Therese, Auckland,  
NZ**

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

(54) Bezeichnung: **Gerät zur Zuführung von Gasen zu einem Patienten**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Gerät zur Zuführung von befeuchteten Gasen zu einem Patienten offenbart, das einen Gaszuführungsdurchgang stromabwärts von einer Zuführung für befeuchtete Gase und im Gebrauch stromaufwärts von einem Patienten umfasst, wobei zumindest ein Sensor in die Außenseite der Wand des Durchgangs eingebettet oder darauf angeordnet ist. In bevorzugten Ausführungsformen trennt die Wand des Durchgangs den Sensor bzw. die Sensoren von einer Gasströmung im Durchgang. Im Gebrauch empfängt ein Regler einen Ausgang des Sensors bzw. der Sensoren und leitet von dem Ausgang des Sensors bzw. der Sensoren eine Schätzung einer Eigenschaft der durch den Durchgang strömenden Gase ab oder führt der Zuführung für befeuchtete Gase einen Kontrollausgang gemäß dem Ausgang des Sensors bzw. der Sensoren zu.



**Beschreibung****GEBIET DER ERFINDUNG**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Gerät zur Zuführung eines Stroms von erwärmten, befeuchteten Gasen zu einem Anwender für therapeutische Zwecke. Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere Sensoren, die in dem Gerät zur Kontrolle der Feuchtigkeit eines Gaststroms in Vorrichtungen verwendet werden, die befeuchtete Luft für die folgenden Anwendungen bereitstellen: Atemluftbefeuchtungstherapie, High-Flow-Sauerstofftherapie, CPAP-Therapie, Bi-PAP-Therapie, OPAP-Therapie, usw., oder Befeuchtung von Gasen, die zur Insufflation oder Schlüssellochchirurgie verwendet werden.

**HINTERGRUND**

**[0002]** Vorrichtungen oder Systeme zur Bereitstellung einer befeuchteten Gasströmung zu einem Patienten für therapeutische Zwecke sind im Stand der Technik weithin bekannt. Systeme zur Bereitstellung einer Therapie dieser Art (beispielsweise Atemluftbefeuchtung) weisen eine Konstruktion auf, bei der die Gase von einer Gasquelle einer Befeuchtungskammer zugeführt werden. Wenn die Gase über das heiße Wasser oder durch die erwärmte befeuchtete Luft in der Befeuchtungskammer strömen, werden sie mit Wasserdampf gesättigt. Die erwärmten befeuchteten Gase werden dann einem Anwender oder Patienten stromabwärts von der Befeuchtungskammer über eine Gasleitung und eine Anwenderschnittstelle zugeführt.

**[0003]** Das Gaszuführungssystem kann ein modulares System sein, das aus separaten Einheiten zusammengebaut wurde, wobei die Gasquelle eine Atmungsunterstützungsgerät oder eine Gebläseeinheit ist. Dies bedeutet, dass die Befeuchtungskammer/das Heizgerät und die Gebläseeinheit getrennte (modulare) Bauteile sind. Die Module werden im Gebrauch über Verbindungsleitungen in Reihe geschaltet, damit Gase von der Gebläseeinheit zur Befeuchtungseinheit strömen können.

**[0004]** Alternativ kann das Atmungsunterstützungssystem ein integriertes System sein, bei dem die Gebläseeinheit und die Befeuchtungseinheit im Gebrauch im selben Gehäuse untergebracht sind.

**[0005]** Sowohl bei den modularen als auch bei den integrierten Systemen stammen die von der Gebläseeinheit zugeführten Gase im Allgemeinen aus der umgebenden Atmosphäre.

**[0006]** Eine dritte allgemeine Form von Atmungsunterstützungssystem, das typisch in Krankenhäusern verwendet wird, ist ein System, bei dem das Atmungsunterstützungssystem zumindest einen Teil der Gase, die es verwendet, von einer zentralen Gasquelle erhält, die sich in der Regel extern vom Anwendungsort (z. B. Krankenzimmer) befindet. Eine Gasleitung oder dergleichen ist zwischen einem Einlass angeschlossen, der z. B. in der Wand eines Patientenzimmers (oder dergleichen) befestigt ist. Die Gasleitung wird im Gebrauch entweder direkt mit der Befeuchtungskammer verbunden oder eine Step-Down-Kontrolleinheit oder dergleichen kann zwischen dem Gaseinlass und der Befeuchtungskammer bei Bedarf in Reihe geschaltet werden. Diese Art von Atmungsunterstützungssystem wird im Allgemeinen verwendet, wenn ein Patient oder Anwender eine Sauerstofftherapie benötigt, wobei der Sauerstoff von der zentralen Gasquelle zugeführt wird. Es ist üblich, dass der reine Sauerstoff von der Gasquelle vor der Zuführung zu dem Patienten oder Anwender beispielsweise durch Verwendung eines in der Step-Down-Kontrolleinheit angeordneten Lufttrichters mit atmosphärischer Luft vermischt wird. In Systemen der Art, bei der zumindest ein Teil der Gase von einer zentralen Quelle zugeführt werden, besteht keine Notwendigkeit für einen separaten Strömungsgenerator oder ein Gebläse – die Gasen werden unter Druck vom Einlass zugeführt, wobei die Step-Down-Kontrolleinheit den Druck und die Strömungsrate auf das erforderliche Niveau ändert.

**[0007]** Ein Beispiel für eine bekannte dem Stand der Technik entsprechende Art von modularem System, das nur mit atmosphärischen Gasen arbeitet, ist in **Fig. 1** gezeigt.

**[0008]** In typischen integrierten und modularen Systemen werden die atmosphärischen Gase in ein Haupt "gebläse" oder ein Atmungsunterstützungsgerät eingesaugt oder anderweitig eingeführt, wodurch eine Gasströmung am Auslass bereitgestellt wird. Die Gebläseeinheit und die Befeuchtungseinheit sind mit der Gebläseeinheit gepaart oder anderweitig starr verbunden. Beispielsweise ist die Befeuchtungseinheit durch eine Schiebe- oder Einsteckverbindung verbunden, die sicherstellt, dass die Befeuchtungseinheit starr mit der Hauptgebläseeinheit verbunden ist und festgehalten wird. Ein Beispiel eines Systems dieser Art ist das Wasserkammersystem zum „Aufschieben“ von Fisher and Paykel Healthcare, das in US 7.111.624 gezeigt und beschrieben ist. Eine Abwandlung dieses Designs ist ein Aufschiebe- oder Klemmdesign, bei dem die Kammer

im Gebrauch in einem Teil der integrierten Einheit eingeschlossen ist. Ein Beispiel dieser Art von Design ist in WO 2004/112873 beschrieben.

**[0009]** Ein Problem mit Systemen, die eine Strömung von erwärmten befeuchteten Gasen einem Patienten über eine Gasleitung und eine Schnittstelle zuführen, ist die adäquate Kontrolle der Eigenschaften des Gases. Es ist natürlich wünschenswert, dem Patienten (d. h. beim Austritt aus der Anwenderschnittstelle) das Gas genau mit der richtigen Temperatur, Feuchtigkeit, Strömungsrate und Sauerstofffraktion (wenn der Patient eine Sauerstofftherapie erhält) für die benötigte Therapie zuzuführen. Ein Therapieprogramm kann unwirksam werden, wenn die Gase dem Patienten nicht mit den korrekten oder erforderlichen Eigenschaften zugeführt werden. Oft ist es besonders wünschenswert, einem Anwender Gase, die vollständig mit Wasserdampf gesättigt sind (d. h. im Wesentlichen mit einer relativen Feuchte von 100%), mit einer konstanten Strömungsrate zuzuführen. Andere Arten oder Abwandlungen des Therapieregimes erfordern eventuell eine relative Feuchte von weniger als 100%. Atemkreisläufe sind keine Steady-State-Systeme und es ist schwierig sicherzustellen, dass die Gase einem Anwender im Wesentlichen mit den korrekten Eigenschaften zugeführt werden. Es kann schwierig sein, dieses Ergebnis über eine Reihe von Umgebungstemperaturen, Umgebungsfeuchtigkeiten und eine Reihe von Gasströmungen am Zuführungspunkt zu erzielen. Temperatur, Strömungsrate und Feuchtigkeit eines Gasstroms sind alles voneinander abhängige Eigenschaften. Wenn sich eine Eigenschaft ändert, verändern sich auch die anderen. Eine Reihe von externen Variablen kann die Gase in einem Atemkreislauf beeinflussen und es schwierig machen, die Gase dem Anwender im Wesentlichen mit der richtigen Temperatur, Strömungsrate und Feuchtigkeit zuzuführen. Als ein Beispiel ist die Zuführungsleitung zwischen dem Patienten oder Anwender und dem Befeuchtungsgeräteauslass den umgebenden atmosphärischen Bedingungen ausgesetzt und es kann zur Abkühlung der erwärmten befeuchteten Gase in der Leitung kommen, wenn das Gas durch die Leitung zwischen der Ausgangsöffnung der Befeuchtungskammer und der Anwenderschnittstelle fließt. Diese Abkühlung kann zu „Niederschlag“ in der Leitung führen (d. h. Kondensatbildung auf der Innenseite der Leitung). Kondensatbildung ist aus den in WO 01/13981 ausführlich beschriebenen Gründen extrem unerwünscht.

**[0010]** Um den Gasstrom mit Gasen mit den gewünschten Eigenschaften zuführen zu können, haben Systeme des Standes der Technik Sensoren (z. B. Temperatur- und Feuchtigkeitssensoren) verwendet, die an verschiedenen Stellen im Atemkreislauf angeordnet sind. Thermistoren werden im Allgemeinen als Temperatursensoren verwendet, weil sie zuverlässig und preiswert sind. Feuchtigkeitssensoren wie der in US 6.895.803 beschriebene, sind zur Verwendung mit Systemen geeignet, die einem Anwender für therapeutische Zwecke erwärmte befeuchtete Gase zuführen.

**[0011]** Patentveröffentlichung WO2001/13981 beschreibt ein System zur Verwendung dem Ausgang diese Sensoren zur Kontrolle von Aspekten des Systems zur Zuführung von befeuchteten Gasen. Patentveröffentlichung WO 2009/145646 beschreibt ein anderes System zur Verwendung dem Ausgang von Sensoren zur Kontrolle von Aspekten des Systems zur Zuführung von befeuchteten Gasen. Der Inhalt dieser Veröffentlichung wird hiermit in seiner Gänze bezugnehmend aufgenommen.

**[0012]** Der herkömmliche Weg zur Bereitstellung von Sensoren im Gasstrom ist die Bereitstellung einer Sonde, welche die Schlauchwand penetriert. Die Sonde erstreckt sich in den Gasstrom hinein. Ein Thermistor ist an der Sondenspitze vorgesehen und wird üblicherweise ungefähr in der Mitte des Gasstroms angeordnet.

**[0013]** Die Sonde kann fixiert werden (beispielsweise wenn sie an einer permanenten Stelle im Körper der Gaszuführung angeordnet ist) oder eine entfernbare Sonde sein (beispielsweise wenn sie in einem Teil eines auswechselbaren Bauteils wie z. B. in einem Atemkreislauf angeordnet ist). Im Fall einer entfernbaren Sonde kann das Bauteil, an dem die Sonde befestigt wird, eine geeignete Öffnung aufweisen, wobei die Sonde in die Öffnung gedrückt wird, um in den Innenraum der Leitung zu ragen.

**[0014]** Die zentrale Positionierung des Sensorabschnitts der Sonde im Gasstrom gilt als wünschenswert, um eine repräsentative Ablesung der Eigenschaft des Gasstroms (ob Temperatur, Feuchtigkeit oder Strömungsrate) zu liefern. An dieser Stelle ist der Sensor leider gefährdet, wenn versucht wird, die Innenseite der Gasdurchgänge beispielsweise mit einem kleinen Schwamm auf dem Ende eines schmalen Handgriffs zu reinigen. Ferner kann der vorragende Sensor die vollständige Reinigung des Gasdurchgangs behindern. Dies kann besonders dann der Fall sein, wenn sich die vorragende Sonde in den Durchgang zwischen einem offenen Ende des Durchgangs und einer Biegung im Durchgang erstreckt. Der Bereich zwischen der Biegung und der Sonde ist dann schwer zugänglich, insbesondere die Oberflächenbereiche direkt hinter der Sonde. Zugangsversuche zu diesen Bereichen können die Sonde beschädigen.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0015]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Sensoranordnung oder ein Gerät mit einer Sensoranordnung bereitzustellen, die zumindest teilweise die oben erwähnten Nachteile überwindet.

**[0016]** In einem Aspekt besteht die vorliegende Erfindung aus einem Gerät zur Zuführung von befeuchteten Gasen zu einem Patienten, wobei das Gerät eine Zuführung für befeuchtete Gase, einen Gaszuführungsdurchgang stromabwärts von der Zuführung für befeuchtete Gase und im Gebrauch stromaufwärts vom Patienten einen Sensor, der in die Außenseite der Wand des Durchgangs eingebettet oder darauf angeordnet ist, einen Regler, der einen Ausgang des Sensors empfängt und aus dem Ausgang des Sensors eine Schätzung einer Eigenschaft von durch den Durchgang fließenden Gasen ableiten kann oder der Zuführung für befeuchtete Gase einen Kontrollausgang gemäß dem Ausgang des Sensors zuführen kann, umfasst; worin die Wand des Durchgangs den Sensor von einer Gasströmung im Durchgang trennt.

**[0017]** Nach einem weiteren Aspekt ist der Sensor in einer Vertiefung in der Außenseite der Schlauchwand angeordnet.

**[0018]** Nach einem weiteren Aspekt ragt die Vertiefung in einem Maße, das weniger als 30% des Schlauchdurchmessers beträgt, in den Strömungspfad der durch den Schlauch fließenden Gase vor.

**[0019]** Nach einem weiteren Aspekt weist der Gasdurchgang einen Durchmesser zwischen 10 mm und 30 mm auf.

**[0020]** Nach einem weiteren Aspekt ist der Abschnitt des Gasdurchgangs in der unmittelbaren Nähe des Sensors aus einem Material mit einer Wärmeleitfähigkeit bei 25°C unter 1 W/mK und insbesondere unter 0,4 W/mK geformt.

**[0021]** Nach einem weiteren Aspekt ist der Abschnitt des Gasdurchgangs in der unmittelbaren Nähe des Sensors aus einem Kunststoffmaterial, wie z. B. Polycarbonat oder Polypropylen, geformt.

**[0022]** Nach einem weiteren Aspekt ist der Sensor ein Thermistor.

**[0023]** Nach einem weiteren Aspekt ist ein zweiter Sensor an einer Stelle neben dem ersten Sensor vorgesehen, wobei der zweite Sensor auch in der Wand des Durchgangs zwischen dem zweiten Sensor und den im Gasdurchgang fließenden Gasen angeordnet, wobei der Regler die Ausgabe des zweiten Sensors empfängt, aus dem der Regler eine Ableitung einer physikalischen Eigenschaft von im Gasdurchgang fließenden Gasen ermitteln und die mit dem ersten Sensor und dem zweiten Sensor erhaltenen Ableitungen vergleichen kann.

**[0024]** Nach einem weiteren Aspekt ist der Sensor in einem Abschnitt des Gasdurchgangs neben der Zuführung für befeuchtete Gase angeordnet.

**[0025]** Nach einem weiteren Aspekt ist die Zuführung für befeuchtete Gase in einem Gehäuse enthalten und ein Teil des Gasdurchgangs verläuft durch das Gehäuse und der Sensor ist in diesem Teil des Gasdurchgangs im Gehäuse angeordnet.

**[0026]** Nach einem weiteren Aspekt schätzt der Regler die physikalische Eigenschaft der Gasströmung auf Basis des Ausgangs des Sensors und auf Basis der Betriebsbedingungen der Zuführung für befeuchtete Gase.

**[0027]** Nach einem weiteren Aspekt kompensiert der Regler Bedingungen der Zuführung für befeuchtete Gase, einschließlich Parameter, die einen Hinweis auf die in der Zuführung für befeuchtete Gase aufgebrachte Energie liefern, Umgebungstemperatur im Gehäuse der Zuführung für befeuchtete Gase, Strömungsraten der von der Zuführung für befeuchtete Gase zugeführten Gase durch den Gasdurchgang, Energiezufuhr zu einem Strömungsgenerator in der Zuführung für befeuchtete Gase, Energiezufuhr zu einem Befeuchtungsgerät in der Zuführung für befeuchtete Gase, Energiezufuhr zu einem Regler in der Zuführung für befeuchtete Gase oder jede beliebige Kombination davon.

**[0028]** Nach einem weiteren Aspekt ist der Teil des Gasdurchgangs, der den Sensor enthält, als Ellbogen geformt, wobei sich der Sensor an oder neben dem Drehteil des Ellbogens befindet.

**[0029]** Nach einem weiteren Aspekt ist der Sensor an einer Stelle angeordnet, an der sich Flüssigkeiten im Gasdurchgang ansammeln können.

**[0030]** Nach einem weiteren Aspekt ist ein zusätzlicher Sensor vorgesehen, der vom ersten Sensor im Abstand angeordnet ist, wobei der erste Sensor oder der zusätzliche Sensor an einer Stelle angeordnet ist, an der sich Flüssigkeiten im Gasdurchgang ansammeln können und wobei der jeweils andere Sensor an einer Stelle angeordnet ist, an der sich keine Flüssigkeiten im Gasdurchgang ansammeln, wobei der Regler eine Schätzung der relativen Feuchte der durch den Durchgang fließenden Gase auf Basis der Ausgänge der ersten und zweiten Sensoren berechnen kann.

**[0031]** Nach einem weiteren Aspekt ist der Sensor in einem Teil des Gasdurchgangs angeordnet, der von der Zuführung für befeuchtete Gase entfernt ist, beispielsweise an einem Ort auf der Gaszuführungsleitung zu einem Patienten, neben dem Patienten oder an einer Zwischenstelle entlang des Durchgangs.

**[0032]** Nach einem weiteren Aspekt weist die Zuführung für befeuchtete Gase ein Befeuchtungsgerät mit einem Heizgerät und einem Reservoir zur Aufnahme eines Wasservolumens neben dem Heizgerät auf.

**[0033]** Nach einem weiteren Aspekt weist das Befeuchtungsgerät eine Heizplatte auf und das Reservoir umfasst einen entfernbaren Behälter, der im Gebrauch mit der Heizplatte in Berührung steht.

**[0034]** Nach einem weiteren Aspekt weist die Zuführung für befeuchtete Gase ein Gebläse auf, dessen Ausgabe einem Einlass des Befeuchtungsgeräts zugeführt wird.

**[0035]** Nach einem weiteren Aspekt sind das Gebläse und das Heizgeräts des Befeuchtungsgeräts im selben Gehäuse angeordnet.

**[0036]** Nach einem weiteren Aspekt besteht die vorliegende Erfindung aus einem Gerät zur Zuführung von befeuchteten Gasen zu einem Patienten, wobei das Gerät einen Gaszuführungsdurchgang, der von einer Innenseite einer Durchgangswand definiert wird, einen Sensor, der in die Außenseite der Wand des Durchgangs eingebettet oder darauf angeordnet ist, einen Regler, der einen Ausgang des Sensors empfängt und aus dem Ausgang des Sensors eine Schätzung einer Eigenschaft von durch den Durchgang fließenden Gasen ableiten kann oder der Zuführung für befeuchtete Gase einen Kontrollausgang zuführen kann, umfasst; worin die Wand des Durchgangs den Sensor von einer Gasströmung im Durchgang trennt.

**[0037]** Für den Fachmann auf dem Gebiet, auf das sich die Erfindung bezieht, sind viele Veränderungen der Konstruktion und weithin unterschiedliche Ausführungsformen und Anwendung der Erfindung offensichtlich ohne vom Umfang der Erfindung, wie er in den anhängenden Ansprüchen definiert ist, abzuweichen. Die Offenbarungen und Beschreibungen hierin dienen lediglich der Veranschaulichung und sind keinesfalls einschränkend zu verstehen.

**[0038]** Der Begriff „umfassend“ wie in dieser Patentschrift verwendet bedeutet „zumindest teilweise bestehend aus“, d. h. bei der Auslegung der Aussagen in dieser Patentschrift, die diesen Begriff enthalten, müssen die Merkmale, die von diesem Begriff vorgestellt werden, nicht alle vorhanden sein, sondern es können auch andere Merkmale vorhanden sein.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0039]** Eine bevorzugte Form der vorliegenden Erfindung wird nun mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben.

**[0040]** **Fig. 1** zeigt eine schematische Ansicht eines Anwenders, der befeuchtete Luft von einem modularen Atmungsunterstützungssystem mit Gebläse/Befeuchtungsgerät einer bekannten dem Stand der Technik entsprechenden Art erhält.

**[0041]** **Fig. 2a** zeigt eine schematische Ansicht eines Anwenders, der befeuchtete Luft erhält und eine Nasenmaske trägt und der Luft von einem modularen Atmungsunterstützungssystem mit Gebläse/Befeuchtungsgerät erhält.

[0042] [Fig. 2b](#) zeigt eine schematische Ansicht eines Anwenders, der befeuchtete Luft erhält und eine Nasenkanüle trägt und der Luft von einem modularen Atmungsunterstützungssystem mit Gebläse/Befeuchtungsgerät erhält.

[0043] [Fig. 3](#) zeigt eine schematische Ansicht eines Anwenders, der befeuchtete Luft erhält und eine Nasenmaske trägt und der Luft von einem integrierten Atmungsunterstützungssystem mit Gebläse/Befeuchtungsgerät erhält.

[0044] [Fig. 4](#) zeigt eine schematische Ansicht eines Anwenders, der befeuchtete Luft erhält und eine Nasenkanüle trägt, wobei das Atmungsunterstützungssystem Gase von einer zentralen Quelle über einen Wandeinlass erhält und diese einer Kontrolleinheit zuführt, die Gase einer Befeuchtungskammer in Reihe mit und stromabwärts von der Kontrolleinheit zuführt.

[0045] [Fig. 5](#) zeigt eine grafische Darstellung eines Datensatzes zur Verwendung mit Atmungsunterstützungssystem von [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#), wobei die Darstellung Kurven zeigt, die für sieben verschiedene konstante Strömungsraten über eine Reihe von atmosphärischen Umgebungstemperaturen und einer Reihe von Zieltemperaturen für eine bestimmte Strömungsrate und Umgebungstemperatur repräsentativ sind, wobei die Daten im Gebrauch in den Systemregler geladen werden.

[0046] [Fig. 6](#) zeigt eine grafische Darstellung eines anderen Datensatzes zur Verwendung mit dem Atmungsunterstützungssystem von [Fig. 2](#), [Fig. 3](#) oder [Fig. 4](#), wobei die alternativen Daten mit den äquivalenten Daten aus der in [Fig. 5](#) grafisch gezeigten Tabelle verglichen werden oder mit diesen zusammen verwendet werden, wobei die Grafiklinien Kurven zeigen, die für zwei verschiedene stetige Strömungsraten für eine Reihe von atmosphärischen Umgebungstemperaturen mit wenig Bewegung der Umgebungsluft und für eine Reihe von Zieltemperaturen für eine bestimmte Strömungsrate und Umgebungstemperatur repräsentativ sind, und wobei die selben stetigen Strömungsraten über eine Reihe von Umgebungstemperaturen mit hohem konvektivem Wärmeverlust aus der Befeuchtungskammer gezeigt werden, wobei die Daten aus der Nachschlagetabelle im Gebrauch in den Systemregler geladen werden.

[0047] [Fig. 7](#) zeigt eine schematische Darstellung einiger der Verbindungen zwischen einem geeigneten Regler zur Verwendung mit dem Atmungsunterstützungssystem aus [Fig. 2](#), [Fig. 3](#) oder [Fig. 4](#) und anderen Bauteilen der bevorzugten Form von Atmungsunterstützungssystem wie in [Fig. 2](#), [Fig. 3](#) oder [Fig. 4](#) gezeigt.

[0048] [Fig. 8](#) ist eine Querschnittsseitenansicht eines Leitungsellbogens mit einem Temperatursensor nach einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0049] [Fig. 9](#) ist eine Querschnitts Draufsicht auf den Leitungsellbogen aus [Fig. 8](#).

[0050] [Fig. 10](#) ist eine Querschnittsseitenansicht eines Leitungsellbogens, der ein zur Ermittlung der Feuchtigkeit geeignetes Sensorpaar enthält.

[0051] [Fig. 11](#) ist eine Querschnittsseitenansicht einer Verbindungsmanschette mit einem Temperatursensor nach einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0052] [Fig. 12](#) ist eine Querschnittsseitenansicht einer Verbindungsmanschette mit einem Temperatursensor nach einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0053] Die vorliegende Erfindung stellt eine verbesserte Sensoranordnung bereit, die weniger leicht beschädigt wird und eine effektivere Reinigung der Leitung, in der sich die Sensoren befinden, ermöglicht. Die Sensoranordnungen sind in [Fig. 8](#) bis [Fig. 11](#) veranschaulicht und diese Anordnungen sind unten ausführlich beschrieben. Die Sensoren arbeiten mit einem Regler zusammen, der die Wärmeeigenschaften der Gasströmung auf Basis der Sensorausgaben und der im System vorherrschenden Bedingungen schätzt. In einigen Ausführungsformen kontrolliert der Regler auch Aspekte des Systembetriebs, wie z. B. die Gasströmungsrate und die an ein Heizgerät eines Befeuchtungsgeräts angelegte Energie. In diesem Fall können die Ausgaben des Temperatursensors ohne Zwischenschritt mit Umwandlung der Sensorausgaben in Schätztemperaturen direkt dem Kontrollalgorithmus zugeführt werden. Stattdessen kompensiert der Kontrollalgorithmus direkt vorherrschende Systembedingungen.

**[0054]** Allgemeine Systemkonfigurationen, die erfindungsgemäße Sensoranordnungen aufweisen können, werden zunächst mit Bezug auf **Fig. 2** bis **Fig. 4** beschrieben.

**[0055]** Eine schematische Ansicht eines Anwenders **2**, der Luft von einer modularen Atmungsunterstützungseinheit und einem Befeuchtungssystem **1** nach einer ersten beispielhaften Systemkonfiguration erhält, ist in **Fig. 2a** und **Fig. 2b** gezeigt. Das System **1** führt dem Anwender **2** zu therapeutischen Zwecken einen unter Druck stehenden Strom von erwärmten, befeuchteten Gasen zu (z. B. zur Reduzierung der Häufigkeit von obstruktiver Schlafapnoe, für CPAP-Therapie, zur therapeutischen Befeuchtung oder dergleichen). Das System **1** ist unten ausführlich beschrieben.

**[0056]** Die Atmungsunterstützungseinheit oder die Gebläseeinheit **3** weist eine interne Kompressoreinheit, einen Strömungsgenerator oder Lüftereinheit **13** auf – allgemein könnte man dies als Strömungskontrollmechanismus bezeichnen. Luft aus der Atmosphäre dringt über einen Lufteinlass **40** in das Gehäuse der Gebläseeinheit **3** ein und wird durch die Lüftereinheit **13** durchgezogen. Die Ausgabe der Lüftereinheit **13** ist einstellbar – die Lüftergeschwindigkeit ist einstellbar. Der unter Druck stehende Gasstrom tritt aus der Lüftereinheit **13** und der Gebläseeinheit **3** aus und fließt über eine Verbindungsleitung **4** zur Befeuchungskammer **5**, wobei er über eine Eingangsöffnung oder eine Einlassöffnung **23** in die Befeuchungskammer eindringt.

**[0057]** Die Befeuchungskammer **5** enthält im Gebrauch ein Wasservolumen **20**. In der bevorzugten Ausführungsform befindet sich die Befeuchungskammer **5** im Gebrauch auf einer Befeuchtungsbasiseinheit **21**, die eine Heizplatte **12** aufweist. Die Heizplatte **12** wird angeschaltet, um den Boden der Kammer **5** und somit auch den Inhalt der Kammer **5** zu erwärmen. Wenn das Wasser in der Kammer **5** erwärmt wird, verdampft es und die Gase in der Befeuchungskammer **5** (über der Oberfläche des Wassers **20**) werden erwärmt und befeuchtet. Der in die Befeuchungskammer **5** über die Einlassöffnung **23** eindringende Gasstrom fließt über das erwärmte Wasser (oder durch diese erwärmten befeuchteten Gase – dies gilt für eine große Kammer und hohe Strömungsraten) und wird dabei erwärmt und befeuchtet. Der Gasstrom tritt dann über eine Ausgangsöffnung oder Auslassöffnung **9** aus der Befeuchungskammer **5** aus und dringt in die Zuführungsleitung **6** ein.

**[0058]** Die erwärmten befeuchteten Gase fließen über die Länge der Zuführungsleitung **6** und werden dem Patienten oder Anwender **2** über eine Anwenderschnittstelle **7** zur Verfügung gestellt. Die Leitung **6** kann über einen (nicht gezeigten) Heizdraht oder eine ähnliche Vorrichtung beheizt werden, um Kondensatbildung zu vermeiden. Die Leitung hat in der Regel einen kreisförmigen Innenquerschnitt. Dieser Innendurchmesser der Leitung beträgt typisch ca. 20 mm, er könnte aber auch zwischen 10 mm und 30 mm betragen. Diese typischen Abmessungen gelten für flexible Abschnitte des Gasdurchgangs und für starre Bauteile, wie Ellbogen und Verbindungsglieder und in die Bauteile der Zuführung für befeuchtete Gase integrierte Teile.

**[0059]** Die in **Fig. 2a** gezeigte Anwenderschnittstelle **7** ist eine Nasenmaske, welche die Nase des Anwenders **2** umgibt und abdeckt. Es ist aber zu beachten, dass die gezeigte Nasenmaske durch eine Nasenkanüle (wie in **Fig. 2b** gezeigt), eine vollständige Gesichtsmaske, ein Tracheostomieteil oder jede andere geeignete Anwenderschnittstelle ersetzt werden kann. Ein zentraler Regler oder Kontrollsystem **8** ist im Gebläsegehäuse (Regler **8a**) oder in der Befeuchterbasiseinheit (Regler **8b**) angeordnet. In modularen Systemen dieser Art werden bevorzugt ein separater Gebläseregler **8a** und Gebläseregler **8b** verwendet und besonders bevorzugt sind die Regler **8a**, **8b** (z. B. durch Kabel oder dergleichen) miteinander verbunden, damit sie im Gebrauch miteinander kommunizieren können.

**[0060]** Das Kontrollsystem **8** empfängt Anwendereingangssignale über die Kontrollen **11**, die entweder auf der Befeuchterbasiseinheit **21** oder auf der Gebläseeinheit **3** oder auf beiden angeordnet sind. In den bevorzugten Ausführungsformen empfängt der Regler **8** auch Input von Sensoren, die an verschiedenen Punkten im System **1** angeordnet sind.

**[0061]** **Fig. 7** zeigt eine schematische Darstellung einiger der Ein- und Ausgänge zum und vom Regler **8**. Zu beachten ist, dass nicht alle möglichen Verbindungen und Ein- und Ausgänge gezeigt sind **Fig. 7** ist für einige der Verbindungen repräsentativ und ist ein repräsentatives Beispiel.

**[0062]** Die Sensoren und die Stellen, an denen sie sich befinden, werden unten ausführlicher beschrieben. Als Reaktion auf die Anwendereingänge der Kontrollen **11** und der von den Sensoren empfangenen Signale ermittelt das Kontrollsystem **8** einen Kontrollausgang, der in der bevorzugten Ausführungsform Signal aussendet, um die Energie zu der Heizplatte **12** der Befeuchungskammer und die Geschwindigkeit des Lüfters **13** anzupassen. Die Programmierung, die festlegt, wie der Regler den Kontrollausgang ermittelt, wird unten ausführlicher beschrieben.



**[0063]** Eine schematische Ansicht des Anwenders **2**, der Luft von einem integrierten Gebläse/Befeuchtersystem **100** nach einer zweiten Ausführungsform der Erfindung erhält, ist in [Fig. 3](#) gezeigt. Das System arbeitet auf sehr ähnliche Weise wie das in [Fig. 2](#) gezeigte und oben beschriebene modulare System **1**, mit der Ausnahme, dass die Befeuchtungskammer **105** mit der Gebläseeinheit **103** integriert wurde, um eine integrierte Einheit **110** zu formen. Ein unter Druck stehender Gasstrom wird von der im Gehäuse der integrierten Einheit **110** angeordneten Lüftereinheit **113** bereitgestellt. Das Wasser **120** in der Befeuchtungskammer **105** wird von der Heizplatte **112** (die ein integraler Bestandteil der Konstruktion der Gebläseeinheit **103** in dieser Ausführungsform ist) erwärmt. Luft dringt über eine Eingangsöffnung **123** in die Befeuchtungskammer **105** ein und verlässt die Befeuchtungskammer **105** über die Ausgangsöffnung **109**. Der Gasstrom wird dem Anwender **2** über eine Zuführungsleitung **106** und eine Anwenderschnittstelle **107** zugeführt. Der Regel **108** ist in der Außenschale der integrierten Einheit **100** enthalten. Anwenderkontrollen **111** befinden sich auf der Außenseite der Einheit **100**.

**[0064]** Eine schematische Ansicht des Anwenders **2**, der Luft von einer anderen Ausführungsform des Atmungsunterstützungssystems **200** erhält, ist in [Fig. 4](#) gezeigt. Das System **200** kann allgemein als System mit einer entfernten Quelle charakterisiert werden und erhält Luft von einer entfernten Quelle über einen Wandeinlass **1000**.

**[0065]** Der Wandeinlass **1000** ist über eine Einlassleitung **201** mit einer Kontrolleinheit **202** verbunden, die Gase vom Einlass **1000** erhält. Die Kontrolleinheit **202** weist Sensoren **250**, **260**, **280**, **290** auf, die Feuchtigkeit, Temperatur, Druck und Strömungsrate des eingehenden Gasstroms messen.

**[0066]** Die Gasströmung wird dann einer Befeuchtungskammer **205** zugeführt, wobei die Gasströmung erwärmt und befeuchtet wird und einem Anwender auf ähnliche Weise wie oben beschrieben zugeführt wird. Es ist zu beachten, dass wenn bei einem System mit einer entfernten Quelle, wie System **200**, auf die „Befeuchtungseinheit“ verwiesen wird, dies so zu verstehen ist, dass es die Kontrolleinheit **202** einschließt – die Gase von der entfernten Quelle können entweder direkt an einem Einlass oder über die Kontrolleinheit **202** angeschlossen werden (zur Reduzierung des Drucks oder dergleichen), aber die Kontrolleinheit und die Befeuchtungskammer sind so auszulegen, als ob sie zu einer „Befeuchtungseinheit“ insgesamt gehören würden.

**[0067]** Wenn nötig kann das System **200** dem Anwender  $O_2$  oder eine  $O_2$ -Fraktion zuführen, indem die zentrale Quelle eine  $O_2$ -Quelle ist oder indem atmosphärische Luft mit zugeführtem  $O_2$  von der zentralen Quelle über einen Lufttrichter oder dergleichen in der Kontrolleinheit **202** gemischt wird. Vorzugsweise weist die Kontrolleinheit **202** auch ein Ventil oder einen ähnlichen Mechanismus als Strömungskontrollmechanismus zur Einstellung der Strömungsrate der Gase durch das System **200** auf.

## SENSOREN

**[0068]** Die modularen und integrierten Systeme **1**, **100** und **200** aus [Fig. 2](#), [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) weisen Sensoren auf, die an Stellen im gesamten System verteilt sind. Diese werden unten in Bezug auf das Atmungsunterstützungssystem **1** beschrieben.

**[0069]** Die bevorzugte Ausführungsform des modularen Systems **1** aus [Fig. 2](#) weist zumindest die folgenden Sensoren an den folgenden bevorzugten Stellen auf:

- 1) Einen Umgebungstemperatursensor **60**, der im oder auf dem Gebläsegehäuse oder in dessen Nähe angeordnet ist und so konfiguriert oder ausgelegt ist, dass er die Temperatur der aus der Atmosphäre einströmenden Luft messen kann. Besonders bevorzugt ist der Temperatursensor **60** im Gasstrom nach (stromabwärts von) der Lüftereinheit **13** und möglichst nahe an dem Einlass oder Eingang der Befeuchtungskammer angeordnet.
- 2) Einen Sensor **63** zur Messung der Temperatur der Eingangsöffnung der Befeuchtungseinheit, der entweder an der Kammerausgangsöffnung **9** oder am Geräteende (gegenüber dem Patientenende) der Zuführungsleitung **6** angeordnet ist. Der Ausgangstemperatursensor **63** ist so konfiguriert oder ausgelegt, dass er die Temperatur des Gasstroms bei dessen Austritt aus der Kammer **5** misst (in jeder Konfiguration kann der Temperatursensor **63** für die Ausgangsöffnung als sich proximal zur Kammerausgangsöffnung **9** befindend angesehen werden).

**[0070]** Der Sensor **63** wird vorzugsweise erfindungsgemäß bereitgestellt, worin der Sensor durch die Schlauchwand von der Gasströmung getrennt wird und nicht wesentlich in die Gasströmung vorragt.

**[0071]** Analog sind Sensoren im Wesentlichen an denselben Stellen im integrierten System **100** aus [Fig. 3](#) und im System **200** aus [Fig. 4](#) angeordnet. Beispielsweise ist für das integrierte System aus [Fig. 3](#) ein Umge-



bungstemperatursensor **160** im Gebläsegehäuse im Gaststrom knapp vor (stromaufwärts von) der Befeuchungskammer-Eingangsöffnung **123** angeordnet. Ein Temperatursensor **163** für die Kammerausgangsöffnung befindet sich entweder an der Kammerausgangsöffnung **109** und ist so konfiguriert, dass er die Temperatur der Gasströmung bei deren Austritt aus der Kammer **105** misst (in jeder Konfiguration kann der Temperatursensor **163** für die Ausgangsöffnung als sich proximal zur Kammerausgangsöffnung, **109** befindend angesehen werden).

**[0072]** Alternativ kann dieser Sensor bei beiden Ausführungsformen am Geräteende (gegenüber dem Patientenende) der Zuführungsleitung **106** angeordnet sein. Für das Atmungsunterstützungssystem aus [Fig. 4](#) wird ein ähnliches Nummerierungssystem verwendet – Umgebungstemperatursensor **260**, Lüftereinheit **213**, an der Kammerausgangsöffnung **209** angeordneter Temperatursensor **263** für die Kammerausgangsöffnung usw.

**[0073]** Bevorzugt weist das Atmungsunterstützungssystem **1** (und **100**, **200**) ferner einen Heizplatten-Temperatursensor **62** auf, der neben der Heizplatte **12** angeordnet ist und so konfiguriert ist, dass er die Temperatur der Heizplatte misst. Das bzw. die Atmungsunterstützungssystem(e) mit einem Heizplatten-Temperatursensor ist bzw. sind bevorzugt, weil sie einen unmittelbaren Hinweis auf den Zustand der Heizplatte liefern. Es ist aber nicht unbedingt notwendig, dass das bzw. die System(e) den Heizplatten-Temperatursensor aufweist bzw. aufweisen.

**[0074]** Besonders bevorzugt weisen die Systeme eine Strömungssonde – in System **1** Strömungssonde **61** – stromabwärts von der Lüftereinheit **13** auf, die die Gasströmung misst. Die bevorzugte Stelle für die Strömungssonde ist stromaufwärts von der Lüftereinheit, aber die Strömungssonde kann auch stromabwärts von der Lüftereinheit oder an einer anderen angemessenen Stelle angeordnet sein. Es ist wiederum bevorzugt, dass eine Strömungssonde Teil des Systems darstellt, aber es ist nicht unbedingt notwendig, dass die Strömungssonde Teil des Systems ist.

**[0075]** Layout und Betrieb der Atmungsunterstützungssysteme **1** werden unten nun ausführlich beschrieben. Betrieb und Layout der Systeme **100** und **200** sind im Wesentlichen gleich und werden nur dann ausführlich beschrieben, wenn dies notwendig ist.

**[0076]** Für das Atmungsunterstützungssystem **1** werden die Ablesungen aller Sensoren dem Kontrollsystem **8** zugeführt. Das Kontrollsystem **8** empfängt auch den Eingang aller Anwenderkontrollen **11**.

**[0077]** Weitere alternative zusätzliche Sensoren und ihr Layout werden später ausführlicher beschrieben.

#### ANORDNUNG DER TEMPERATURSENSOREN

**[0078]** Erfindungsgemäß ist der Temperatursensor **63** (oder **163** oder **263**) so angeordnet, dass die Wand der Leitung den Temperatursensor von der Gasströmung trennt.

**[0079]** Vorzugsweise ist der Sensor in eine Vertiefung in der Außenseite der Wand der Leitung eingebettet. Die Vertiefung kann sich so erstrecken, dass sie in die Gasströmung vorragt. Beispielsweise kann sich die Innenseite der Schlauchwand in der Nähe der Vertiefung wölben oder in die Gasströmung vorragen. Alternativ kann die Vertiefung in der allgemeinen Dicke der Schlauchwand untergebracht sein, so dass die Innenseite der Schlauchwand in der unmittelbaren Nähe der Vertiefung relativ zur umgebenden Innenfläche nicht vorragen muss. Alternativ kann der Sensor ohne unterbringende Vertiefung an der äußeren Wandfläche befestigt sein.

**[0080]** Wenn die Vertiefung so geformt ist, dass die Innenseite der Schlauchwand in die Gasströmung vorragt, ist das Ausmaß des Vorragens vorzugsweise auf weniger als 1/3 des Durchmessers der Leitung an dieser Stelle begrenzt. Wenn die Wölbung, in der die Vertiefung untergebracht ist, um mehr als dieses Ausmaß vorragt, würden die wesentlichen Vorteile im Zusammenhang mit der Unterbringung des Sensors auf der Außenseite der Leitungswand nicht erzielt werden. Besonders bevorzugt befindet sich an der Sensorstelle keine Wölbung und kein Vorsprung in den Gasströmungspfad. Dies ist leichter herzustellen als eine Anordnung mit einem gewissen Vorsprung in den Strömungspfad, weil die Kunststoffform in der Regel weniger kompliziert ist.

**[0081]** Die wahrgenommenen Vorteile der erfindungsgemäßen Sensoranordnung sind, dass die Leitungsbau- teile einfacher zu formen, einfacher zu reinigen und weniger anfällig für eine Beschädigung sind als bei einem typischen Sensor des Standes der Technik mit einer Sonde, die den Gasströmungspfad vorragt, um den Sensorbauteil ungefähr in der Mitte der Gasströmung zu platzieren. Wir haben entdeckt, dass der Sensor, der auf der Außenseite der Leitungswand angeordnet ist oder bei dem sich die Leitungswand zwischen dem Sensor

und der Gasströmung befindet, zur adäquaten Schätzung von Temperatur, Taupunkttemperatur oder Feuchtigkeit der Gasströmung verwendet werden kann, wobei ein zugehöriger Regler vorherrschende Systembedingungen kompensieren kann.

**[0082]** Eine bevorzugte Sensorausführung ist in [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) gezeigt. [Fig. 8](#) zeigt einen Leitungsellbogen **800**, der einen Teil des Gasströmungspaths umfasst, nachdem die befeuchteten Gase das Befeuchtungsgerät verlassen. Gase dringen am Ende **814** in den Leitungsellbogen ein, fließen in der Richtung, die durch Pfeile **816** angezeigt wird, und treten am Ende **818** wieder aus. Der Ellbogen **800** kann aus jedem geeigneten Kunststoffmaterial bestehen. Beispielsweise kann der Ellbogen aus Polycarbonat geformt sein. Die Außenseite des Verbindungsglieds ist so geformt, dass sie eine Vertiefung **802** aufweist. Die Vertiefung **802** ist über die Achse der Leitung ausgerichtet, was am besten in [Fig. 9](#) zu sehen ist, und ist zumindest an einem Ende offen. Die Vertiefungs-Außenseite des Ellbogens wölbt sich zur Aufnahme der Vertiefung nach außen (**820**). Die Vertiefung wird durch ungefähr die Hälfte der Dicke der Wand **804** des Bauteils von der Gasströmung getrennt. Es könnte aber jede Trennung verwendet werden, bei der eine ausreichende Dicke des Kunststoffs übrig bleibt, um die Integrität des Verbindungsglieds zu bewahren.

**[0083]** Die Vertiefung kann sich zur Erleichterung einer effizienten Formung über oder auf der Außenseite des Bauteils erstrecken.

**[0084]** Ein Temperatursensorbauteil **806** ist in der Vertiefung **802** angeordnet und fixiert. Das Temperatursensorbauteil kann jedes elektrische oder elektronische Bauteil mit messbaren Eigenschaften, die sich je nach Temperatur ändern, sein. Ein Thermistor ist ein Beispiel für eine geeignete Vorrichtung. Der Sensor kann mit jeder geeigneten Methode an einer Stelle befestigt werden. Besonders bevorzugt wird der Sensor **806** mit einem Klebstoff wie ein Epoxy-Klebstoff oder ein Cyanoacrylat-Klebstoff befestigt.

**[0085]** Eine Leitung **810** erstreckt sich vom Sensor.

**[0086]** An dieser Stelle befindet sich der Sensor nicht in innigem Wärmekontakt mit der Gasströmung, sondern in innigem Wärmekontakt mit der Schlauchwand.

**[0087]** Der Innendurchgang **812** wird nicht von einer vorragenden Sonde blockiert und der volle Bereich des Schlauchs ist zur Reinigung, beispielsweise mit einem an einem schmalen Stab befestigten Schwamm zugänglich. Es gibt keine vorragende Sonde, die durch Reinigungsversuche beschädigt werden könnte.

**[0088]** Der Temperatursensor ist vorzugsweise an einer niedrigen Stelle im Ellbogen angeordnet. Diese Stelle ist ein Bereich, der aufgrund der befeuchteten Luftströmung wahrscheinlich feucht ist. Dies kann den Wärmetransfer zur Schlauchwand verbessern, weil unter normalen Nutzungsbedingungen die Strömung vollständig oder fast vollständig gesättigt ist.

**[0089]** Für viele Anwendungen schreiben Sicherheitsanforderungen ein Maß an Redundanz oder die Möglichkeit zur Überprüfung der Integrität des Kontrollsystems vor. Bezugnehmend auf [Fig. 9](#) kann ein zweiter Sensor **904** neben dem ersten Sensor **806** angeordnet und auf die gleiche Weise wie der erste Sensor **806** fixiert werden. Der zweite Sensor kann sich in derselben Vertiefung befinden wie der erste Sensor, beispielsweise wird jeder Sensor an leicht beabstandeten Stellen in einer Vertiefung, die sich über die Außenseite des Schlauchs erstreckt, angeordnet. Alternativ kann die Leitung mit leicht beabstandeten Vertiefungen **802**, **902** (wie gezeigt) geformt werden, wobei ein Sensor in jeder Vertiefung angeordnet und fixiert wird. Leitungen von jedem Sensor erstrecken sich von der Vertiefung.

**[0090]** In dieser doppelten Sensoranordnung kann der Regler die Sensorausgänge direkt vergleichen oder er kann kalibriert werden, um eine Ableitung jedes Sensorausgangs auf Basis der Systembedingungen unabhängig zu berechnen und dann die Ergebnisse zu vergleichen. Wenn die Sensorausgänge oder die Ableitungen der Sensorausgänge bedeutend voneinander abweichen, zeigt der Regler einen Fehler an oder arbeitet im Sicherheitsmodus oder beides. Da sich die Sensoren an leicht unterschiedlichen Stellen befinden, sind Vergleiche einer Ableitung jedes Sensorausgangs bevorzugt. Jede Ableitung würde unabhängig auf Basis der Systembedingungen berechnet werden, wobei die Berechnung je nach Lokalisation des Sensors kalibriert wird.

**[0091]** Eine weitere Ausführungsform mit mehreren Sensoren ist in [Fig. 10](#) gezeigt. Nach der Anordnung aus [Fig. 10](#) sind die Sensoren an voneinander beabstandeten Stellen angeordnet, die speziell dazu vorgesehen sind, unterschiedliche Betriebsbedingungen zu beobachten. Insbesondere stellt die Anordnung von [Fig. 10](#) einen Temperatursensor **1002** auf der Außenseite der Leitung **1000** an einer Stelle **1004**, wo davon auszuge-

hen ist, dass die Leitung keine angesammelte Kondensation enthält, und einen weiteren Sensor **1006** auf der Außenseite der Leitung an einer Stelle **1008** bereit, wo davon auszugehen ist, dass die Innenseite der Leitung Kondensation ansammelt.

**[0092]** In der speziellen Anordnung sind die Sensoren in der Nähe eines Strömungsellbogens vorgesehen und der Ellbogen ist so angeordnet, dass die Kurve **1010** des Ellbogens etwas niedriger **1012** ist als das niedrigere der beiden Enden des Ellbogens.

**[0093]** Der zweite Sensor **1006** ist in der Außenseite der Schlauchwand an der Stelle der niedrigsten Ausdehnung der Innenseite der Schlauchwand vorgesehen. An dieser Stelle **1008** ist eine Ansammlung von Oberflächenfeuchtigkeit im Betrieb des Zuführungsgeräts für befeuchtete Gase am wahrscheinlichsten.

**[0094]** Der erste Sensor **1002** ist an einer anderen Stelle **1004** auf der Außenseite des Ellbogens vorgesehen. Die Stelle des ersten Sensors ist weniger gezwungen, könnte aber eine Stelle sein, an der die Innenseite der Leitung im Gebrauch im Wesentlichen vertikal ist, so dass sich Kondensationströpfchen mit geringerer Wahrscheinlichkeit an der Stelle absetzen. Der erste Sensor könnte sich also beispielsweise an jeder Stelle auf dem Aufwärtsschenkel des Ellbogens oder an jeder Stelle auf dem Mittelpunkt der Seiten des unteren Ellbogenschenkels befinden.

**[0095]** Der Regler kann so programmiert werden, dass er die Ausgänge der ersten und zweiten Sensoren in dieser Anordnung zur Schätzung der Feuchtigkeit des Gasstroms verwendet. Der erste Sensor kann vom Reglerprogramm zur Schätzung der Temperatur des Gasstroms verwendet werden. Der zweite Sensor kann von der Verdunstung der angesammelten Kondensation durch die Gasströmung beeinflusst werden und annähernd einem Feucht-Stabfühler in einem Feuchtigkeitssensor gleichen. Jeder Sensor unterliegt äußeren Einflüssen des Systems, u. a. Gasströmungsraten und Umgebungswärmeeffekte. Der Regler könnte diese Wirkungen auf die gleiche Weise wie unten in Bezug auf den einzelnen Temperatursensor beschrieben kompensieren.

**[0096]** Wenn Redundanz erforderlich ist, können mehrere Sensoren an jeder Stelle vorgesehen werden, wie oben mit Bezug auf [Fig. 8](#) besprochen wurde.

## FEUCHTIGKEITSKONTROLLVERFAHREN

**[0097]** Das bevorzugte Kontrollsystem **8** weist zumindest einen Datensatz auf, der in den Regler vorab geladen wurde. Die den Datensatz formenden Daten werden unter kontrollierten Bedingungen (z. B. in einem Testbereich oder Labor) für eine spezielle Systemkonfiguration mit speziellen Bauteilen (z. B. System **1** oder System **100** oder System **200** mit einer bestimmten Gebläseeinheit und Befeuchtungseinheit zur Sammlung der Daten) vorab gemessen oder berechnet. Die Daten werden unter einer Reihe von Bedingungsgebieten gesammelt, die im Gebrauch in der Regel angetroffen werden, wobei die vorab gemessenen (voreingestellten) Daten dann als integrale Software oder Hardware in den Regler **8** für die Produktionssysteme geladen werden oder als Daten zur Verwendung z. B. in einem Fuzzy-Logikalgorithmus zur Feuchtigkeitskontrolle.

**[0098]** Ein Datensatz, der sich besonders zur Verwendung mit System **1** eignet, ist in [Fig. 5](#) grafisch dargestellt. Die X-Achse zeigt eine Reihe von Umgebungstemperaturen, von 18°C bis 35°C. Im Gebrauch wird die Umgebungstemperatur der Gase im Atmungsunterstützungssystem vor oder stromaufwärts von der Kammer **5** durch den Umgebungstemperatursensor **60** gemessen und die Umgebungstemperaturdaten werden an den Regler **8** weitergeleitet. Besonders bevorzugt misst der Temperatursensor **60** die Umgebungstemperatur der Gase kurz vor Eintritt der Gase in die Kammer **5**. Zur Erzeugung des Datensatzes wird ein typisches System **1** in einer Umgebung platziert, in der die Umgebungstemperatur auf einem bekannten konstanten Niveau über eine Reihe von Temperaturen gehalten werden kann.

**[0099]** Im Gebrauch wählt ein Anwender eine Strömungsrate durch Einstellen der Kontrollen **11**. Der Regler **8** empfängt den Eingang von den Anwenderkontrollen **11** und stellt die Lüftergeschwindigkeit so ein, dass sie im Wesentlichen dieser geforderten Strömungsrate entspricht (entweder durch Veränderung der Geschwindigkeit des Lüfters auf eine Geschwindigkeit, von der bekannt ist, dass sie im Wesentlichen der geforderten Strömungsrate für die jeweilige Atmungskreislaufkonfiguration entspricht, oder durch Messung der Strömung mittels der Strömungssonde **61** und Verwendung eines Feedbackmechanismus über den Regler **8** zur Einstellung der Strömungsrate auf das notwendige oder verlangte Niveau). In der Grafik in [Fig. 5](#) sind sieben unterschiedliche konstante Strömungsraten für sieben unterschiedliche konstante Lüftergeschwindigkeiten gezeigt. Die Linien **70–76** entsprechen verschiedenen Strömungsraten wie folgt: Linie **70** – Strömungsrate 15 Liter/Minute. Linie **71** – Strömungsrate 20 Liter/Minute. Linie **72** – Strömungsrate 25 Liter/Minute. Linie **73** – Strömungsrate

30 Liter/Minute. Linie **74** – Strömungsrate 35 Liter/Minute. Linie **75** – Strömungsrate 40 Liter/Minute. Linie **76** – Strömungsrate 45 Liter/Minute.

**[0100]** Die Y-Achse zeigt eine Reihe von Zielkammertemperaturen. Diese Temperaturen können als Temperatursensorwerte gespeichert werden, die den tatsächlich kalibrierten Temperaturen nicht entsprechen müssen. Dies bedeutet, dass es für jede gegebene Lüftergeschwindigkeit (Strömungsrate und Druck) und jede gegebene Umgebungstemperatur eine „beste“ oder „ideale“ Zielausgangstemperatur für die Gase in Kammer **5** über dem Wasser **20** gibt – die Zielausgangstemperatur, die auf der Y-Achse gezeigt wird. Diese „ideale“ Temperatur ist die Taupunkttemperatur für eine gegebene konstante Strömung und eine konstante Umgebungstemperatur. Das heißt, die Temperatur, bei der die Gase die Kammer **5** mit der erforderlichen Sättigung (mit dem erforderlichen Feuchtigkeitsniveau) verlassen und dann dem Anwender **2** mit der korrekten Temperatur und dem korrekten Druck für eine effektive Therapie zugeführt werden können. Beim Austritt der Gase aus der Kammer **5** wird eine Temperatur von dem Temperatursensor **63** für die Kammerausgangsöffnung gemessen. Der Regler **8** kann die vom Kammerausgangs-Temperatursensor **63** gemessenen Temperaturdaten empfangen und sie mit der Temperatur der in die Kammer **5** eindringenden Gase (gemessen vom Umgebungstemperatursensor **60**) in Beziehung setzen. Die Strömungsrate wurde vorher auf einen konstanten Wert gesetzt, wie oben beschrieben, so dass der Regler **8** die konstante Strömungsrate bereits „kennt“. Da der Regler **8** sowohl die Strömungsrate als auch die Umgebungstemperatur „kennt“, kann er beispielsweise einen „idealen“ Zielausgangstemperaturwert aus dem Bereich im vorab geladenen Datensatz (z. B. die in Figur grafisch dargestellten Daten) nachschlagen. Der Regler **8** vergleicht dann den Messwert der Kammerausgangstemperatur mit der „idealen“ Zielkammertemperatur für die gegebene bekannte Strömungsrate und Umgebungstemperatur. Wenn der Messwert der Zieltemperatur dem „idealen“ Zielwert nicht entspricht, erzeugt oder ermittelt der Regler **8** einen geeigneten Kontrollausgang und passt die der Heizplatte zugeführte Energie entsprechend an, indem er die Energie zur Erhöhung der Temperatur der Gase in der Kammer **5** entweder erhöht oder zur Verringerung der Gastemperatur verringert. Der Regler **8** stellt die Energie auf diese Weise ein, um die am Auslass oder der Ausgangsöffnung gemessene Temperatur an die erforderliche Zieltemperatur anzupassen. In der bevorzugten Ausführungsform erfolgt der Mechanismus, mit dem der Regler **8** die Ausgangseigenschaften einstellt, über einen Proportional-Integral-Derivativen Regler (P. I. D. Regler) oder einen beliebigen einer Vielzahl von Mechanismen, die im Stand der Technik bekannt sind.

**[0101]** Der Regler könnte auch einen geeigneten Kontrollausgang z. B. über einen Fuzzy-Logikalgorithmus, der in den Regler **8** geladen ist, oder mathematische Formeln, die die Messtemperatur und Strömungsdaten als Variablen in den Gleichungen verwenden, erzeugen oder ermitteln.

**[0102]** Beispiele von mathematischen Formeln sind unten gezeigt. Sie entsprechen im Allgemeinen den in [Fig. 5](#) grafisch gezeigten Daten für den Bereich von Strömungsraten von 15 bis 45 Liter/Minute.

15LPM: $T_{cs} = -6E-06 T_{amb}^5 + 0,0008 T_{amb}^4 - 0,0421 T_{amb}^3 + 1,0953 T_{amb}^2 - 13,873 T_{amb} + 103,97$
20LPM: $T_{cs} = -6E-06 T_{amb}^5 + 0,0008 T_{amb}^4 - 0,0421 T_{amb}^3 + 1,0947 T_{amb}^2 - 13,865 T_{amb} + 103,97$
25LPM: $T_{cs} = -6E-06 T_{amb}^5 + 0,0008 T_{amb}^4 - 0,0421 T_{amb}^3 + 1,0951 T_{amb}^2 - 13,871 T_{amb} + 104,06$
30LPM: $T_{cs} = -6E-06 T_{amb}^5 + 0,0008 T_{amb}^4 - 0,0422 T_{amb}^3 + 1,0971 T_{amb}^2 - 13,896 T_{amb} + 104,25$
35LPM: $T_{cs} = -8E-06 T_{amb}^5 + 0,001 T_{amb}^4 - 0,0544 T_{amb}^3 + 1,4001 T_{amb}^2 - 17,595 T_{amb} + 122,06$
40LPM: $T_{cs} = -1E-05 T_{amb}^5 + 0,0014 T_{amb}^4 - 0,0726 T_{amb}^3 + 1,8513 T_{amb}^2 - 23,102 T_{amb} + 148,55$
45LPM: $T_{cs} = -1E-05 T_{amb}^5 + 0,0017 T_{amb}^4 - 0,0877 T_{amb}^3 + 2,2264 T_{amb}^2 - 27,679 T_{amb} + 170,55$

**[0103]** Beispiel: Das Therapieprogramm eines Anwenders **2** schreibt eine bestimmte Strömungsrate und einen bestimmten Druck vor, beispielsweise eine Strömung von 45 Liter/Minute. Die Geschwindigkeit der Gebläse- oder Lüftereinheit **13** wird (über die Kontrollen **11**) so eingestellt, dass Gase mit dieser Strömungsrate zugeführt werden. Wenn ein Strömungssonde **61** Teil des Systems ist, kann diese Strömungsrate dynamisch eingestellt werden, indem eine Echtzeit-Strömungsmesswert vom Strömungssensor oder der Strömungs-sonde **61** an den Regler **8** übermittelt wird, wobei der Regler **8** die Lüftergeschwindigkeit nach Bedarf anpasst. Dies kann über einen P. I. D.-Regler erfolgen, der Teil der unten ausführlich beschriebenen Kontrollen **8** oder dergleichen erfolgen. Vorzugsweise wird die Strömungsrate dynamisch eingestellt und überwacht. Wenn das System aber keine Strömungs-sonde aufweist, wird die Strömungsrate auf Basis der Lüftergeschwindigkeit angenommen oder berechnet und es wird davon ausgegangen, dass sie für ein konstantes Lüfterenergieniveau konstant ist. Die Strömungsrate von 45 Litern/Minute ist in der Grafik in [Fig. 5](#) durch die Linie **76** gezeigt. In diesem Beispiel schläft der Anwender **2** in einem Schlafzimmer mit einer Umgebungstemperatur von im We-



sentlichen 30°C. 30°C warme Luft strömt in das Atmungsunterstützungsgerät und während es durch den Lüfter und die Verbindungsdurchgänge im Gehäuse fließt, wärmt es diese leicht an. Die Lufttemperatur kurz vor ihrem Eindringen in die Befeuchtungskammer wird vom Umgebungstemperatursensor **60** gemessen. Da die Umgebungstemperatur und die Strömungsrate bekannt sind, kann der Regler **8** die erforderliche Zieltemperatur berechnen, wie auf der Y-Achse der Grafik in [Fig. 5](#) zu sehen ist. In diesem speziellen Beispiel ist zu sehen, dass die Zieltemperatur der Kammer 39,4°C beträgt. Der Kammerausgangstemperatursensor **63** misst eine Temperatur am Ausgang der Kammer **5** (die Gastemperatur am Ausgangspunkt ist im Wesentlichen dieselbe wie die Temperatur der Gase im Raum über dem Kammerinhalt **20**). Wenn die vom Kammerausgangstemperatursensor **63** gemessene Gastemperatur nicht 39,4°C beträgt, ermittelt und erzeugt der Regler **8** einen geeigneten Kontrollausgang, der die der Heizplatte **12** zugeführte Energie entsprechend ändert. Wenn sich die vom Umgebungstemperatursensor **60** gemessene Umgebungstemperatur ändert, kann dies wie oben an den Regler **8** übermittelt werden und die Ausgänge können unter Verwendung eines P. I. D.-Kontrollalgorithmus oder dergleichen nach Bedarf geändert werden.

**[0104]** Ein Vorteil dieses Systems gegenüber den im Stand der Technik offenbarten Systemen ist der Folgende: wenn sich die Umgebungstemperaturen in den Systemen des Standes der Technik der Zieltaupunkttemperatur annähern, zieht die Heizplatte weniger Energie und erhöht die Temperatur des Wassers in der Befeuchtungskammer nicht so stark. Deshalb sind die Gase tendenziell nicht vollständig gesättigt, wenn sie aus der Kammer austreten. Das oben aufgeführte Verfahren überwindet dieses Problem, indem es Werte der Umgebungstemperatur oder besonders bevorzugte der Kammereinlasstemperatur, der Kammerausgangstemperatur und der Strömungsrate für ein System bekannter Konfiguration verwendet, um eine Zielkammerausgangstemperatur bereitzustellen, die im Wesentlichen als beste oder „ideale“ Temperatur für die Gassättigung und Zuführung zu einem Anwender für eine eingestellte Strömungsrate und eine bestimmte Umgebungstemperatur angesehen wird.

**[0105]** Ein weiterer Vorteil ist, dass das System **1** das Feuchtigkeitsniveau genau kontrollieren kann, ohne dass ein genauer Feuchtigkeitssensor notwendig ist.

**[0106]** Ein weiterer Vorteil ist, dass bei Zuführung des Gases zur Befeuchtungskammer vom Kompressor oder Gebläse, wenn dieses einströmende Gas eine erhöhte Temperatur aufweist, die Kammertemperatur zur Erzielung des gewünschten Taupunkts genau kompensiert werden kann. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn die in die Kammer einströmende Luft oder Gase warm sind und in Situationen, in denen die Temperatur sich mit zunehmender Strömungsrate erhöht. Im Betrieb verursacht jeder Strömungsgenerator eine Erhöhung der Lufttemperatur zwischen dem Einlass von der Atmosphäre und dem Auslass. Diese Temperaturänderung kann bei einigen Arten von Strömungsgeneratoren ausgeprägter sein. Die Temperatur der Bauteile des Systems kann sich zwischen dem Zeitpunkt, an dem das System zum ersten Mal aktiviert wird und einige Zeit später ändern (z. B. über einen längeren Zeitraum, beispielsweise 1–2 Stunden). Dies bedeutet, dass sich Bauteile des Systems im Betrieb des Systems erhitzen können, wobei das System einige Zeit braucht, um einen Steady-State-Betriebszustand zu erreichen. Wenn sich diese Bauteile in oder neben dem Luftpfad zwischen dem Punkt, an dem Luft in das System eindringt, und dem Punkt, an dem Luft in die Kammer eindringt, befinden, wird sich die Temperatur dieser Gase ändern – es erfolgt ein gewisser Wärmetransfer von diesen Bauteilen zu den Gasen, wenn die Gase entlang dieses Pfads strömen. Deshalb ist ersichtlich, dass die Messung der Temperatur der Gase bei deren Eintritt in die Kammer die Wahrscheinlichkeit für die Einführung eines Temperaturmessfehlers in die Kontrollberechnungen verringert, weil sich die Temperatur der Gase am Eintrittspunkt in das System, wenn das System einen Steady-State-Betriebszustand erreicht hat, von der Gastemperatur am Eintrittspunkt in die Kammer unterscheiden kann. Allgemein wurde aber gefunden, dass es zwar am meisten bevorzugt ist, die Gastemperatur am Eintrittspunkt in die Kammer zu messen, es aber unter den meisten Umständen auch akzeptabel ist, die atmosphärische Gastemperatur zu messen.

**[0107]** Das oben beschriebene Verfahren ähnelt im Wesentlichen dem des integrierten Geräts **100** oder des Geräts **200**, obwohl sich die vorab eingestellten oder vorab gemessenen und vorab geladenen Werte in der Nachschlagetabelle unterscheiden können, weil das Gerät eine etwas andere Konfiguration aufweist. In anderen Ausführungsformen könnte der Anwender eine Druckrate wählen (und der Datensatz würde für Druckwerte statt für Strömungswerte modifiziert werden).

#### WEITERE ALTERNATIVE LAYOUTS VON SENSOREN

**[0108]** In einer Variante des oben aufgeführten Geräts und Verfahrens weist das System (System **1** oder System **100** oder System **200**) auch zusätzliche Sensoren wie unten beschrieben auf.

1) Ein Patientenende-Temperatursensor **15** (oder **115** oder **215**) ist am Patientenende der Zuführungsleitung **6** (oder alternativ in oder auf der Schnittstelle **7**) angeordnet, d. h. am oder nahe bei dem Patienten oder Zuführungspunkt. Im Zusammenhang mit dieser Patentschrift bedeutet „Patientenende“ oder „Anwenderende“ entweder nahe beim Anwenderende der Zuführungsleitung (z. B. Zuführungsleitung **6**) oder in oder auf der Patientenschnittstelle **7**. Dies gilt, sofern keine bestimmte Stelle anderweitig angegeben wurde. In jeder Konfiguration kann der Patientenende-Temperatursensor **15** als sich am oder nahe beim Anwender oder Patienten **2** befindlich angesehen werden.

**[0109]** Diese Sensoren sind vorzugsweise gemäß der erfindungsgemäßen Anordnung vorgesehen. Die Sensoren sind von der Gasströmung durch die Wand des Schlauches getrennt und ragen nicht wesentlich in die Gasströmung vor. Wie in [Fig. 11](#) gezeigt kann der Temperatursensor **1115** so vorgesehen werden, dass die Wand **1102** des Verbindungsglieds **1100** zwischen dem Temperatursensor und der Gasströmung mit einer der in [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) beschriebenen äquivalenten Konstruktion liegt. Beispielsweise weist das gezeigte Verbindungsglied ein Paar von Vertiefungen **1104** auf, die im Abstand über der Außenseite angebracht sind. Ein Sensor **1115**, beispielsweise ein Thermistor, ist in jeder Vertiefung angeordnet. Jeder Sensor **1115** ist in der Vertiefung mit einem geeigneten Klebstoff, wie z. B. ein Epoxy-Klebstoff, fixiert.

**[0110]** Nach dieser Anordnung wird der Innenraum der Leitung nicht durch eine vorragende Sonde blockiert. Nach dieser Anordnung ist der Sensor nicht dem Gasstrom ausgesetzt und erfordert deshalb keine anschließende Sterilisation oder Behandlung. Ferner kann die Innenseite der Leitung einfacher gereinigt werden. Alternativ kann eine Abziehhülse **1110** an der Innenseite der Leitung vorgesehen werden, die nicht von einem vorragenden Sensor blockiert wird. Die Abziehhülse könnte nach einer ersten Anwendung aus der Leitung abgezogen werden, so dass die Leitung wiederverwendet werden könnten, entweder mit einer neuen eingesetzten Abziehhülse (so dass die Leitung häufig verwendet werden kann) oder ohne Abziehhülse, so dass die Leitung ein einziges Mal wiederverwendet werden kann. Mehrere Schichten von Abziehhülsen könnten anfänglich eingebaut werden, so dass die Leitung entsprechend mehrmals wiederverwendet werden kann.

**[0111]** Bezugnehmend auf [Fig. 12](#) können die auf der Außenseite der Schlauchwand vorgesehenen Sensoren in ein Gehäuse eingebaut werden, das von der Schlauchwand gelöst werden kann. Beispielsweise kann das Leitungsverbindungsglied **1202** eine Vertiefung aufweisen, die sich zur Unterbringung des Gehäusebauteils **1206** eignet. Fixierungsmerkmale in Form einer Verjüngung, Lippe oder von Klammern (**1208**) können den Gehäusebauteil **1206** in der Vertiefung **1204** lokalisieren. Die Sensoren **1210** können im Gehäusebauteil an einer Stelle vorgesehen werden, die neben der Oberfläche der Vertiefung **1204** liegen würde, wenn der Gehäusebauteil in der Vertiefung angeordnet ist. Nach dieser Anordnung können die Sensoren wiederverwendet werden, auch wenn die Leitung eine Einwegleitung ist.

**[0112]** Die Ablesung des Patientenende-Temperatursensors **15** wird dem Regler **8** zugeführt und zur Gewährleistung verwendet, dass die Temperatur der Gase am Zuführungspunkt im Wesentlichen der Zielpatiententemperatur der Gas am Kammerausgang entspricht (die Zielpatiententemperatur ist die Zieltaupunkttemperatur am Kammerausgang). Wenn die Ablesung des Patientenende-Temperatursensors **15** darauf hinweist, dass die Gastemperatur fällt, während die Gase über die Länge der Zuführungsleitung **6** fließen, kann der Regler **8** die dem Leitungsheizdraht (in [Fig. 2a](#) als Draht **75** gezeigt – in den alternativen bevorzugten Ausführungsformen des Atmungsunterstützungssystems **200** und **400** aus [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) und dem in [Fig. 2b](#) gezeigten System nicht gezeigt, aber anwesend) zugeführte Energie erhöhen, um die Gastemperatur aufrechtzuerhalten. Wenn die dem Leitungsheizdraht **75** zur Verfügung stehende Energie nicht ausreicht, damit die Gastemperatur am Zuführungspunkt der Taupunkttemperatur am Kammerausgang **9** entspricht, verringert der Regler **8** die Zielkammerausgangstemperatur (zur Senkung der Taupunkttemperatur). Der Regler **8** senkt die Kammerausgangstemperatur auf ein Niveau, das bei oder in der Nähe der maximalen Gastemperatur liegt, die der Leitungsheizdraht dem Patienten zuführen kann, gemessen vom Patientenende-Temperatursensor **15**. Der Regler **8** ist mit einem vorbestimmten Datensatz beladen und passt die der Heizplatte oder dem Leitungsheizdraht oder beiden zugeführte Energie unter Verwendung dieser Daten an (ähnlich der in [Fig. 5](#) grafisch gezeigten). Für ein konstantes Strömungsniveau und für eine gemessene Umgebungstemperatur, gemessen vom Umgebungstemperatursensor **60** (der sich ändern kann), gibt es eine ideale Patientenendetemperatur. Der Regler **8** passt den Energieausgang oder die Energieausgänge der Heizplatte und der Leitung an die Temperatur am Patientenende der Leitung (gemessen vom Temperatursensor **15**) mit dieser idealen Temperatur an.

**[0113]** Das obige Verfahren kann zur Genauigkeit weiter verfeinert werden, wenn andere Bedingungen der Gase im System bekannt sind – die Gasbedingungen. Wenn das Feuchtigkeitsniveau der einströmenden Gase zum Gebläse oder der Gasdruck der einströmenden Gase beispielsweise bekannt ist. Um dies zu erreichen können alternative Ausführungsformen der oben beschriebenen Systeme **1**, **100** und **200** auch ein Gasbe-

dingungssensor aufweisen, der im Einströmungsgaspfad angeordnet ist (z. B. ein Feuchtigkeitssensor oder ein Drucksensor). Für das modulare System **1** ist ein Feuchtigkeitssensor **50** proximal zum Lufteinlasse **40** gezeigt. Für das integrierte System **100** ist er als Feuchtigkeitssensor **150** gezeigt (und so weiter). Auf ähnliche Weise wie bei den oben aufgeführten Kontrollverfahren wird der Regler **8** mit einem Feuchtigkeitsniveau-Datensatz vorbeladen. Für eine konstante Strömungsrate und ein bekanntes Umgebungs- oder Außenfeuchtigkeitsniveau gibt es eine ideale Gastemperatur am Kammerausgang (oder am Punkt der Zuführung zu einem Anwender). Der Datensatz enthält diese idealen Werte für eine Reihe von Umgebungsfeuchtigkeiten und Strömungsraten, ähnlich den grafisch in [Fig. 5](#) gezeigten Werten. Der Regler **8** passt den Energieausgang der Heizplatte oder des Heizdrahts oder beider an die gemessene Kammerausgangstemperatur (oder Patientenende-Temperatur) mit der „idealen“ Temperatur aus dem Datensatz im Speicher des Reglers an. Analog kann das obige Verfahren für Genauigkeit verfeinert werden, wenn das Druckniveau der in das Gebläse der Befeuchtungskammer einströmenden Gase bekannt ist, wobei ein Drucksensor im Einströmungsgaspfad zur Befeuchtungskammer angeordnet wird (der Drucksensor **80** im Einströmungsgaspfad in [Fig. 2](#) ist für das modulare System bestimmt. Der Drucksensor **180** im Einströmungsgaspfad in [Fig. 3](#) ist für das integrierte System bestimmt. Der Drucksensor **280** im Einströmungsgaspfad in [Fig. 4](#) ist für das System mit einer zentralen Gasquelle bestimmt). Zu beachten ist, dass wenn die Daten für den Datensatz grafisch für Bedingungen mit konstanter Strömung, Umgebungstemperatur und eine andere Gasbedingung (z. B. Feuchtigkeit oder Druck) dargestellt werden würden, die Grafiken auf drei Achsen gezeichnet werden müssten – X, Y und Z; die Grafiken wären dann „dreidimensional“.



## 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

- US 7111624 [0008]
- WO 2004/112873 [0008]
- WO 01/13981 [0009]
- US 6895803 [0010]
- WO 2001/13981 [0011]
- WO 2009/145646 [0011]

## Patentansprüche

1. Gerät zur Zuführung von befeuchteten Gasen zu einem Patienten, wobei das Gerät Folgendes umfasst:  
eine Zuführung für befeuchtete Gase,  
einen Gaszuführungsdurchgang stromabwärts von der Zuführung für befeuchtete Gase und im Gebrauch stromaufwärts vom Patienten,  
einen Sensor, der in die Außenseite der Wand des Durchgangs eingebettet oder darauf angeordnet ist, einen Regler, der einen Ausgang des Sensors empfängt und aus dem Ausgang des Sensors eine Schätzung einer Eigenschaft von durch den Durchgang fließenden Gasen ableiten kann oder der Zuführung für befeuchtete Gase einen Kontrollausgang gemäß dem Ausgang des Sensors zuführen kann, umfasst;  
worin die Wand des Durchgangs den Sensor von einer Gasströmung im Durchgang trennt.
2. Gerät nach Anspruch 1, worin der Sensor in einer Vertiefung in der Außenseite der Schlauchwand angeordnet ist.
3. Gerät nach Anspruch 2, worin die Vertiefung in einem Maße, das weniger als 30% des Schlauchdurchmessers beträgt, in den Strömungspfad der durch den Schlauch fließenden Gase vorragt.
4. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, worin der Gasdurchgang einen Durchmesser zwischen 10 mm und 30 mm aufweist.
5. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, worin der Abschnitt des Gasdurchgangs in der unmittelbaren Nähe des Sensors aus einem Material mit einer Wärmeleitfähigkeit bei 25°C unter 1 W/mK und insbesondere unter 0,4 W/mK geformt ist.
6. Gerät nach Anspruch 5, worin der Abschnitt des Gasdurchgangs in der unmittelbaren Nähe des Sensors aus einem Kunststoffmaterial, wie z. B. Polycarbonat oder Polypropylen, geformt ist.
7. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, worin der Sensor ein Thermistor ist.
8. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, worin ein zweiter Sensor an einer Stelle neben dem ersten Sensor vorgesehen ist, wobei der zweite Sensor auch in der Wand des Durchgangs zwischen dem zweiten Sensor und den im Gasdurchgang fließenden Gasen angeordnet, wobei der Regler die Ausgabe des zweiten Sensors empfängt, aus dem der Regler eine Ableitung einer physikalischen Eigenschaft von im Gasdurchgang fließenden Gasen ermitteln und die mit dem ersten Sensor und dem zweiten Sensor erhaltenen Ableitungen vergleichen kann.
9. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 8, worin der Sensor in einem Abschnitt des Gasdurchgangs neben der Zuführung für befeuchtete Gase angeordnet ist.
10. Gerät nach Anspruch 9, worin die Zuführung für befeuchtete Gase in einem Gehäuse enthalten ist und ein Teil des Gasdurchgangs durch das Gehäuse verläuft und der Sensor in diesem Teil des Gasdurchgangs im Gehäuse angeordnet ist.
11. Gerät nach Anspruch 10, worin der Regler die physikalische Eigenschaft der Gasströmung auf Basis des Ausgangs des Sensors und auf Basis der Betriebsbedingungen der Zuführung für befeuchtete Gase schätzt.
12. Gerät nach Anspruch 11, worin der Regler Bedingungen der Zuführung für befeuchtete Gase, einschließlich Parameter, die einen Hinweis auf die in der Zuführung für befeuchtete Gase aufgebrachte Energie liefern, Umgebungstemperatur im Gehäuse der Zuführung für befeuchtete Gase, Strömungsraten der von der Zuführung für befeuchtete Gase zugeführten Gase durch den Gasdurchgang, Energiezufuhr zu einem Strömungsgenerator in der Zuführung für befeuchtete Gase, Energiezufuhr zu einem Befeuchtungsgerät in der Zuführung für befeuchtete Gase, Energiezufuhr zu einem Regler in der Zuführung für befeuchtete Gase oder jede beliebige Kombination davon kompensiert.
13. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 12, worin der Teil des Gasdurchgangs, der den Sensor enthält, als Ellbogen geformt ist, wobei sich der Sensor an oder neben dem Drehteil des Ellbogens befindet.
14. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 13, worin der Sensor an einer Stelle angeordnet ist, an der sich Flüssigkeiten im Gasdurchgang ansammeln können.

15. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 14, worin ein zusätzlicher Sensor vorgesehen ist, der vom ersten Sensor im Abstand angeordnet ist, wobei der erste Sensor oder der zusätzliche Sensor an einer Stelle angeordnet ist, an der sich Flüssigkeiten im Gasdurchgang ansammeln können und wobei der jeweils andere Sensor an einer Stelle angeordnet ist, an der sich keine Flüssigkeiten im Gasdurchgang ansammeln, wobei der Regler eine Schätzung der relativen Feuchte der durch den Durchgang fließenden Gase auf Basis der Ausgänge der ersten und zweiten Sensoren berechnen kann.

16. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 15, worin der Sensor in einem Teil des Gasdurchgangs angeordnet ist, der von der Zuführung für befeuchtete Gase entfernt ist, beispielsweise an einem Ort auf der Gaszuführungsleitung zu einem Patienten, neben dem Patienten oder an einer Zwischenstelle entlang des Durchgangs.

17. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 16, worin die Zuführung für befeuchtete Gase ein Befeuchtungsgerät mit einem Heizgerät und einem Reservoir zur Aufnahme eines Wasservolumens neben dem Heizgerät aufweist.

18. Gerät nach Anspruch 17, worin das Befeuchtungsgerät eine Heizplatte aufweist und das Reservoir einen entfernbaren Behälter umfasst, der im Gebrauch mit der Heizplatte in Berührung steht.

19. Gerät nach Anspruch 17 oder Anspruch 18, worin die Zuführung für befeuchtete Gase ein Gebläse aufweist, dessen Ausgabe einem Einlass des Befeuchtungsgeräts zugeführt wird.

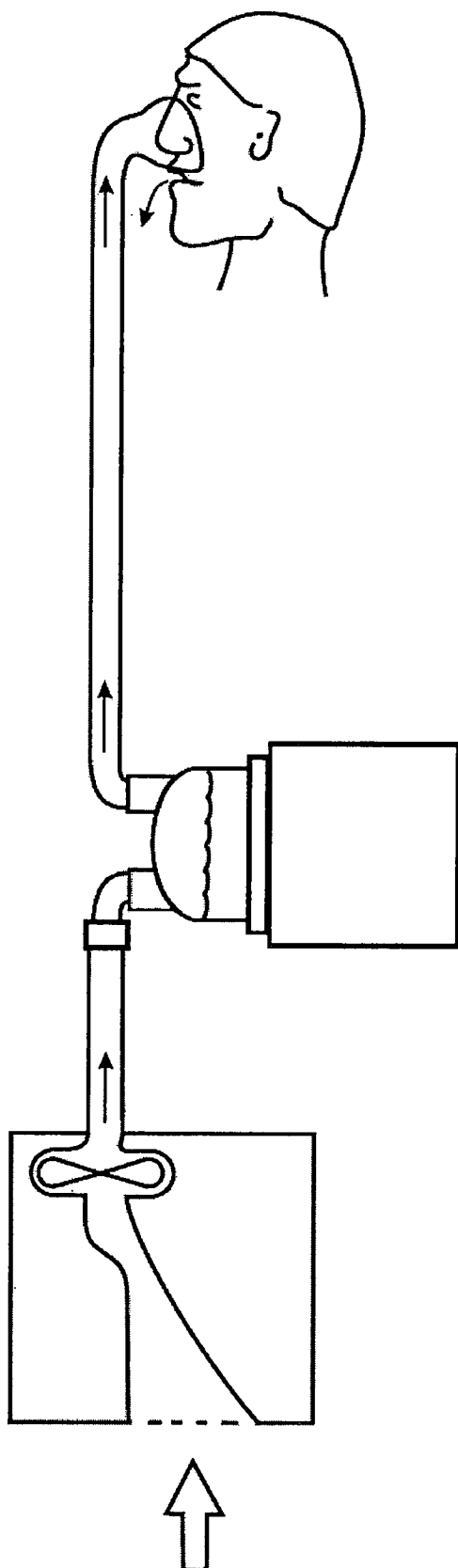
20. Gerät nach Anspruch 19, worin das Gebläse und das Heizgeräts des Befeuchtungsgeräts im selben Gehäuse angeordnet sind.

21. Gerät zur Zuführung von befeuchteten Gasen zu einem Patienten, wobei das Gerät Folgendes umfasst: einen Gaszuführungsdurchgang, der von einer Innenseite einer Durchgangswand definiert wird, einen Sensor, der in die Außenseite der Wand des Durchgangs eingebettet oder darauf angeordnet ist, einen Regler, der einen Ausgang des Sensors empfängt und aus dem Ausgang des Sensors eine Schätzung einer Eigenschaft von durch den Durchgang fließenden Gasen ableiten kann oder der Zuführung für befeuchtete Gase einen Kontrollausgang zuführen kann, umfasst; worin die Wand des Durchgangs den Sensor von einer Gasströmung im Durchgang trennt.

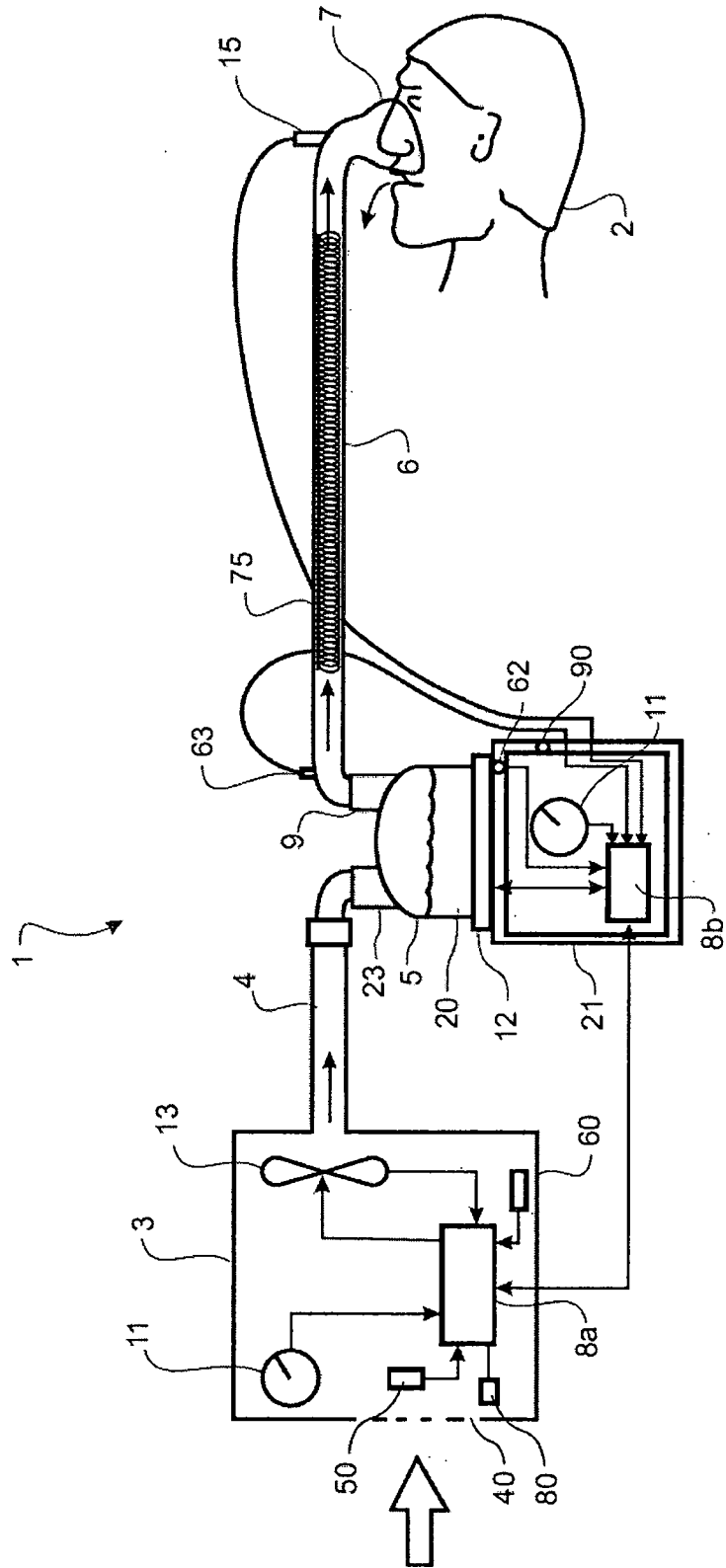
22. Gerät zur Zuführung von befeuchteten Gasen zu einem Patienten wie hierin mit Bezug auf [Fig. 2a](#) bis [Fig. 12](#) beschrieben.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

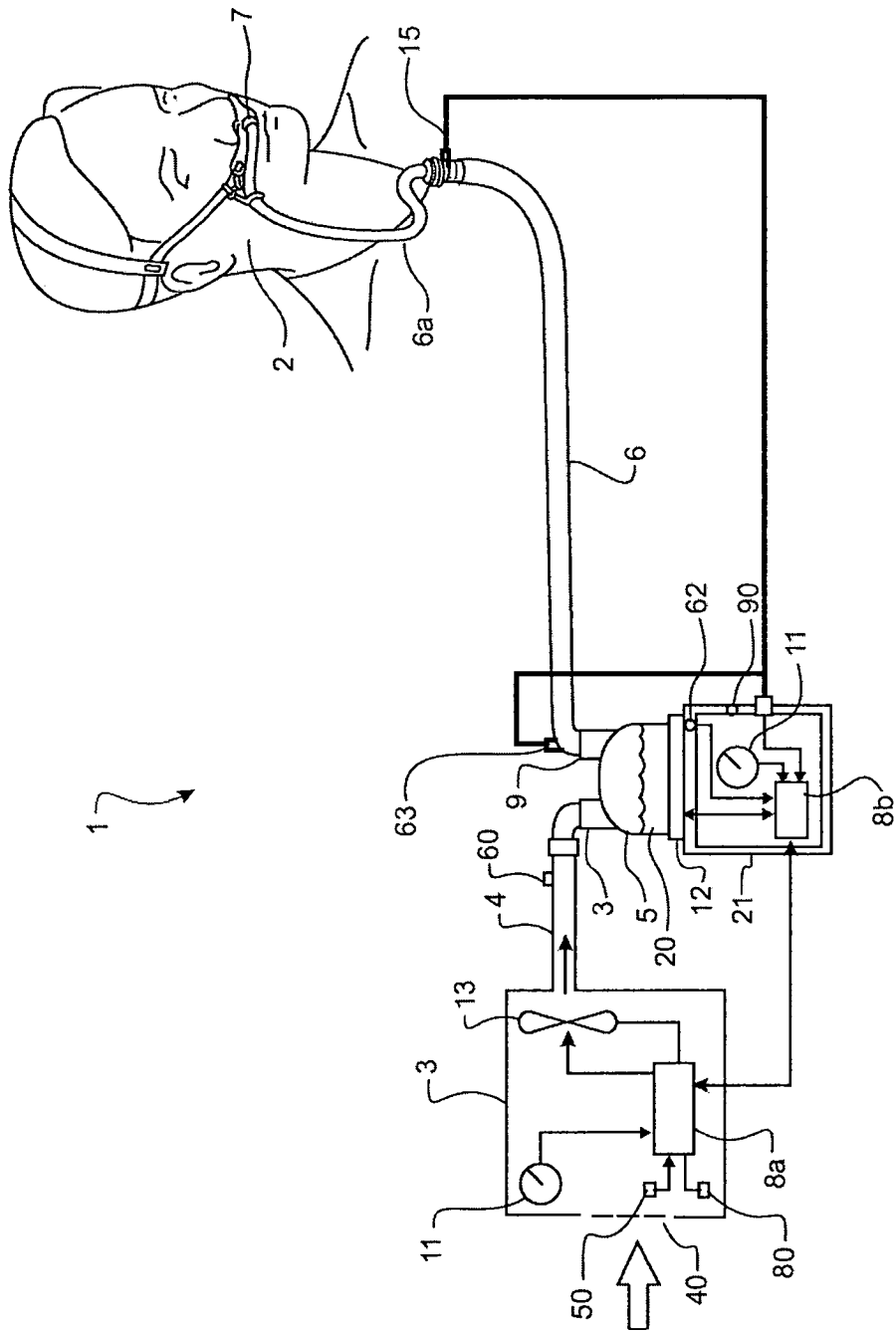
Anhängende Zeichnungen



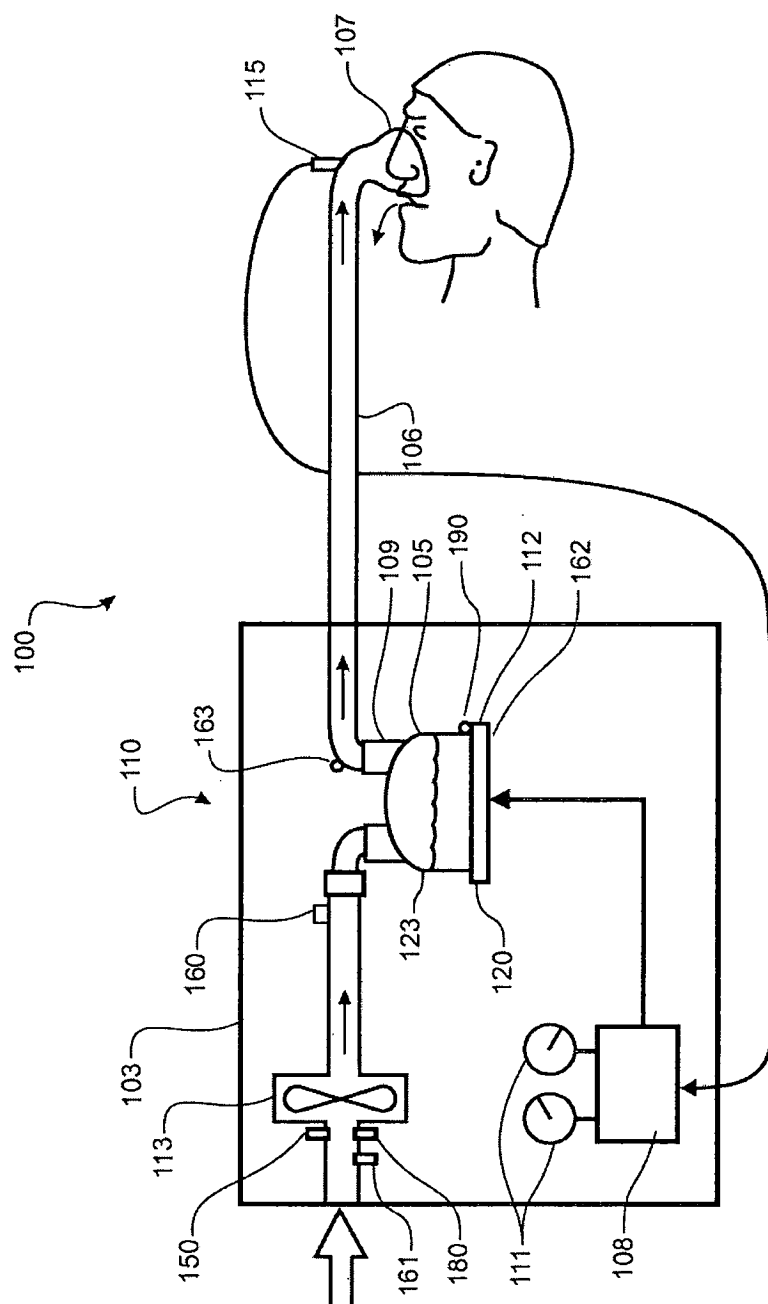
**FIGUR 1A**  
(Stand der Technik)



FIGUR 2a

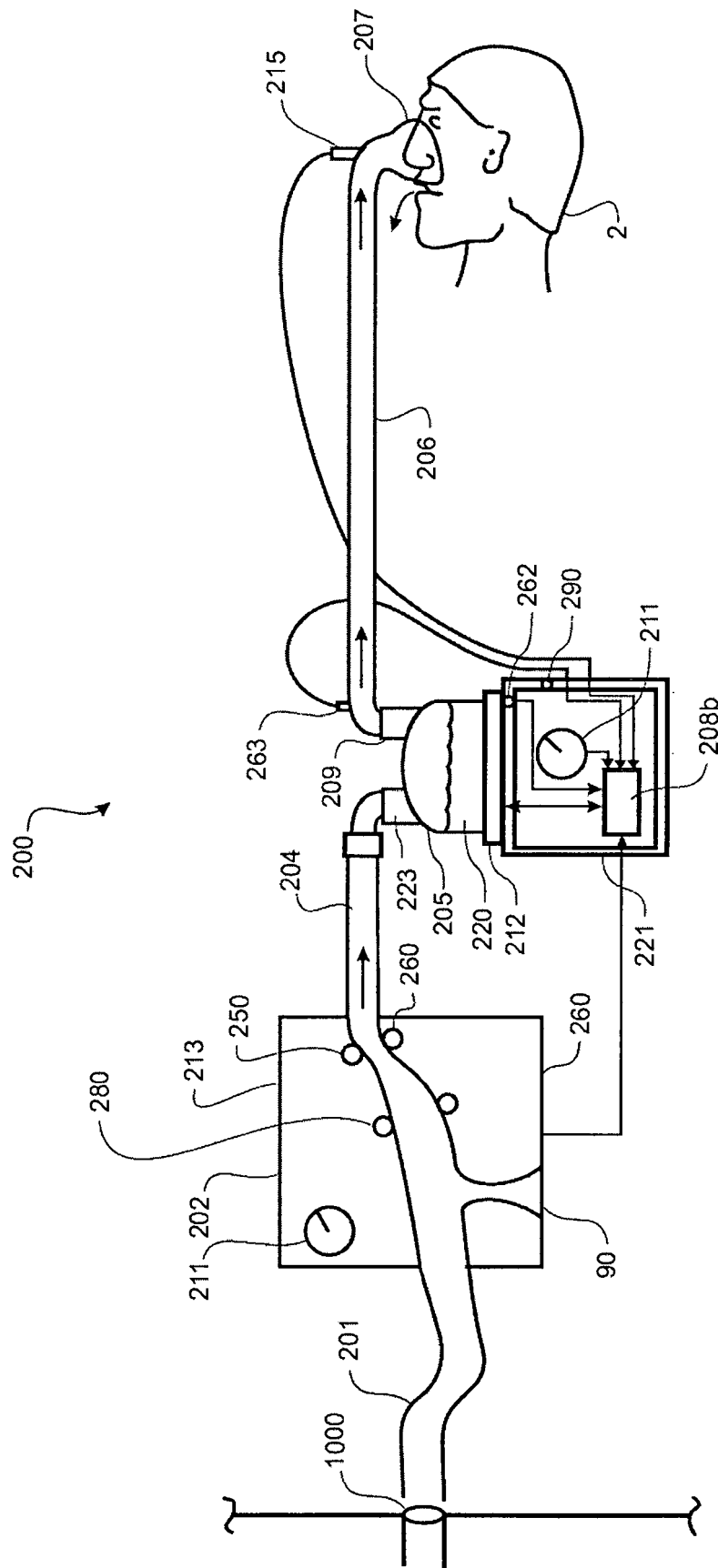


**FIGUR 2b**

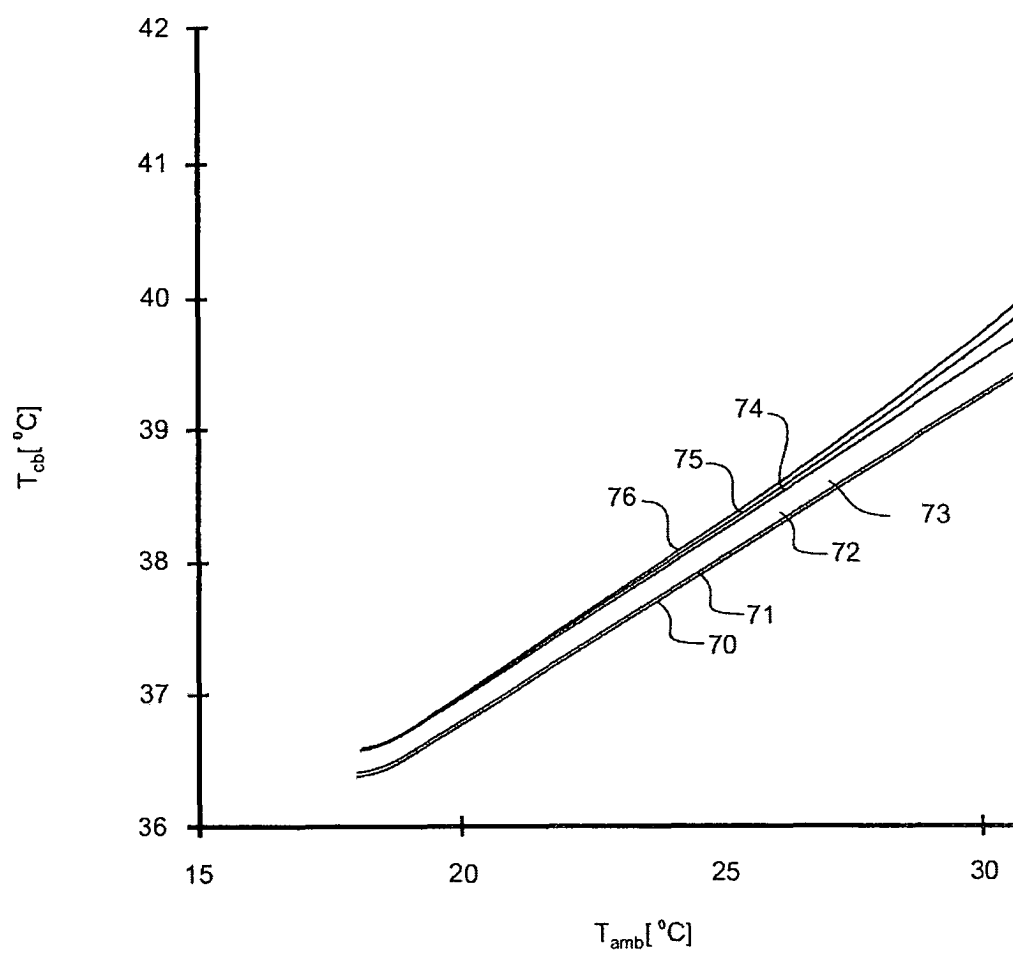


### FIGUR 3

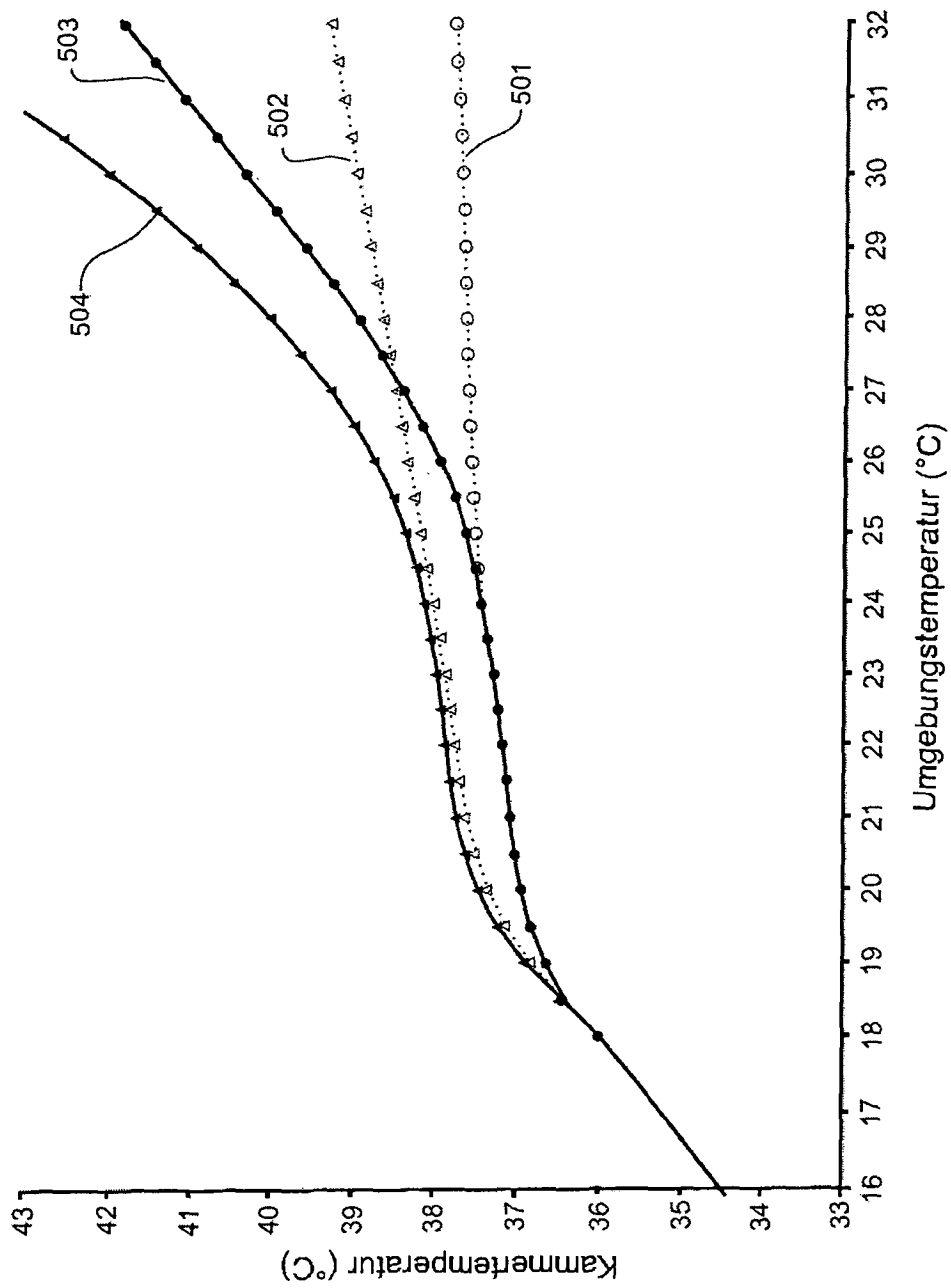


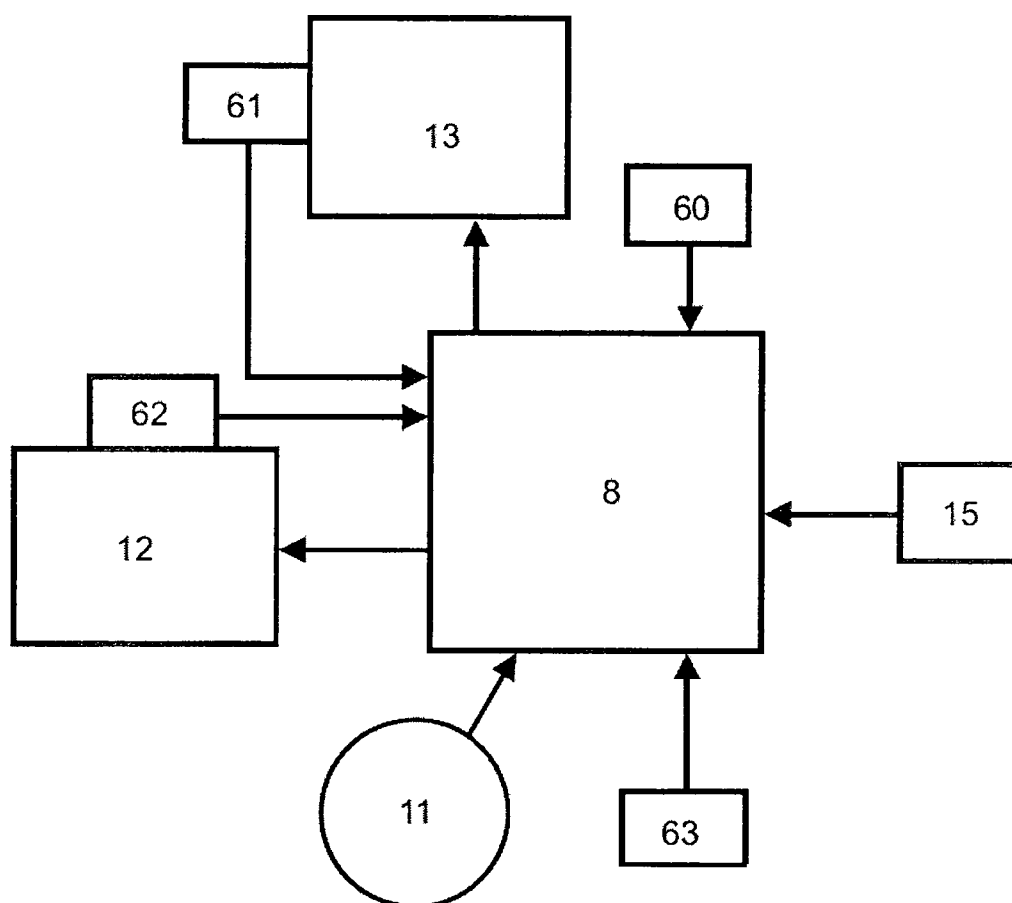


## FIGUR 4



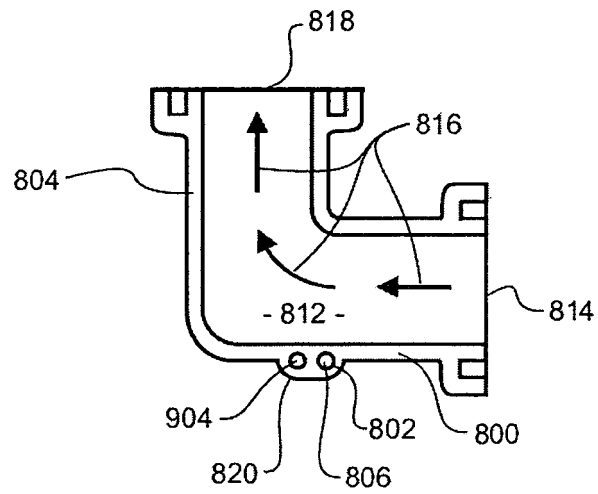
**FIGUR 5**

**FIGUR 6**

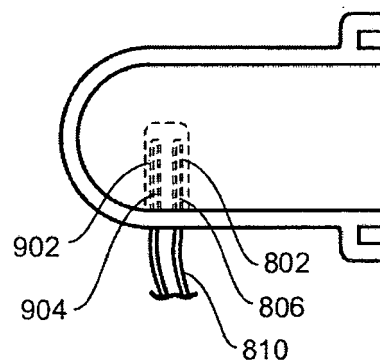


**FIGUR 7**

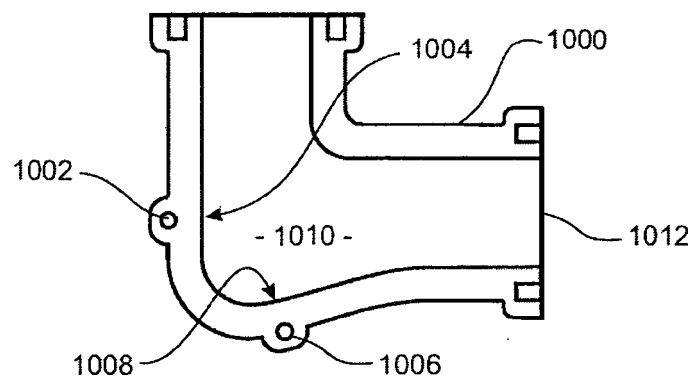
**FIGUR 8**

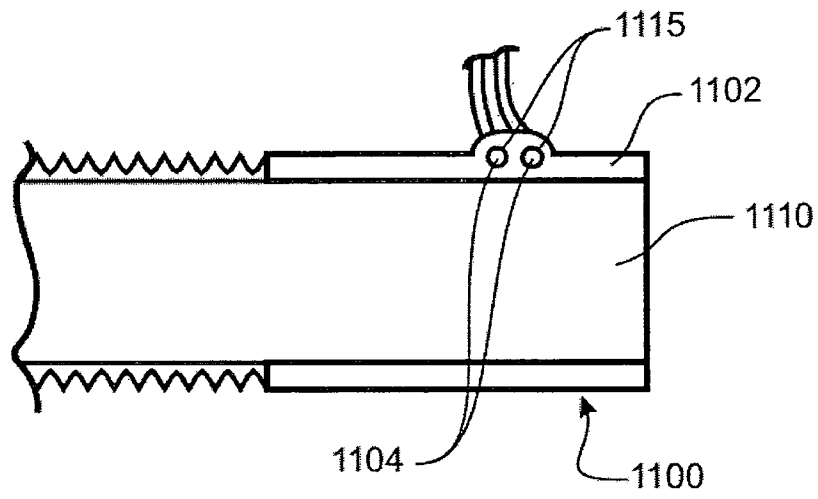


**FIGUR 9**

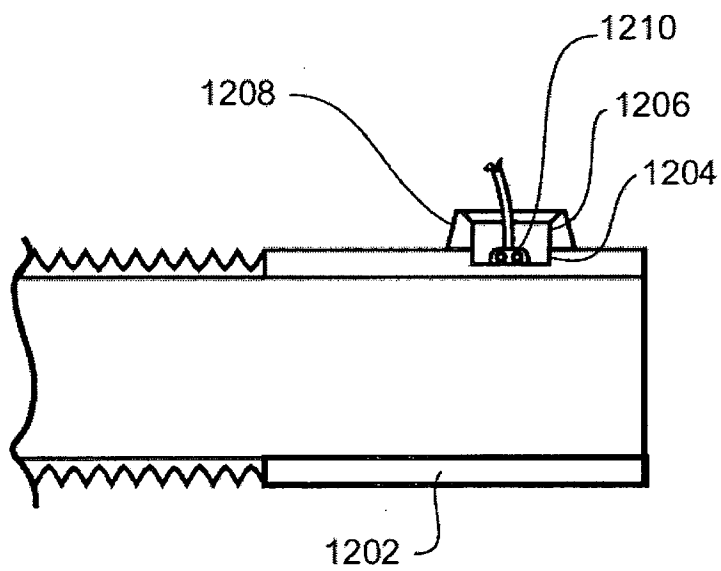


**FIGUR 10**





**FIGURE 11**



**FIGURE 12**