



(10) **DE 11 2011 101 484 T5** 2013.07.11

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2011/136664**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2011 101 484.8**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/NZ2011/000058**
(86) PCT-Anmeldetag: **26.04.2011**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **03.11.2011**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **11.07.2013**

(51) Int Cl.: **A61M 16/00** (2013.01)
A62B 7/00 (2013.01)
G08B 1/00 (2013.01)
A61M 15/00 (2013.01)
A62B 9/00 (2013.01)
H05B 1/00 (2013.01)

(30) Unionspriorität:
61/328,548 **27.04.2010** **US**

(74) Vertreter:
Weickmann & Weickmann, 81679, München, DE

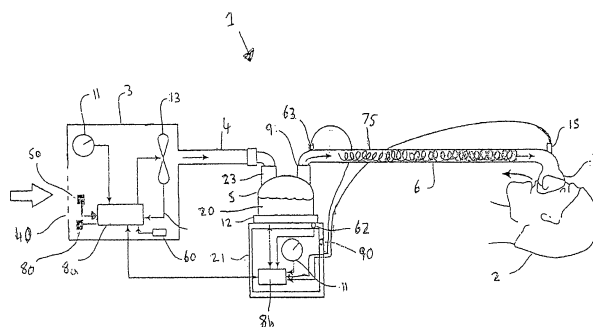
(71) Anmelder:
Fisher & Paykel Healthcare Ltd., Auckland, NZ

(72) Erfinder:
Barker, Dean, Auckland, NZ; Hsu, Jack, Auckland, NZ; Han, John, Auckland, NZ

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Wassererschöpfungsalarm**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung stellt ein verbessertes Verfahren zur Bestimmung eines Wassererschöpfungs Zustands in einer Vorrichtung zur Zuführung von befeuchteten Gasen bereit. Das Verfahren umfasst einen aus zwei Schritten bestehenden Prozess, der eine Primärbestimmung eines Wassererschöpfungs Zustands und eine Sekundärbestimmung eines Wassererschöpfungs Zustands umfasst. Diese Primärbestimmung erfolgt während der Beobachtung des normalen Betriebs der Vorrichtung. Während der Sekundärbestimmung übernimmt das Verfahren vorübergehend die Kontrolle über den Befeuchtungsteil der Vorrichtung. Die Sekundärbestimmung bestätigt die oder widerspricht der Primärbestimmung.



Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Befeuchtungssysteme für einem Patienten zuzuführenden Gase.

KURZE DARSTELLUNG DES STANDS DER TECHNIK

[0002] Bei verschiedenen Anwendungen ist nun bekannt, dass es von Vorteil ist, einem Patienten zugeführte Gase zu befeuchten. Diese Anwendungen umfassen jene, in denen die Gase zum Einatmen durch den Patienten bestimmt sind, und jene, in denen das Gas während einer Operation dem Patienten zugeführt wird. Bei Atemgasen wird durch die Befeuchtung der Patientenkomfort erhöht, und die befeuchteten Gase neigen weniger dazu, die Gewebe des Luftwegs des Patienten auszutrocknen. Bei Operationsgasen reduzieren die befeuchteten Gase das Austrocknen von freigelegtem Gewebe und verbessern postoperative Ergebnisse.

[0003] Bei einem Gasbefeuchtungssystem, das eine Befeuchungskammer zur Befeuchtung von Gasen zur Zuführung zu dem Patienten enthält, ist es wichtig, dass ein bestimmter Mindestwasserstand aufrechterhalten wird, damit der Befeuchter dem Gasstrom Wasserdampf zuführen kann. Demgemäß sollte das medizinische Fachpersonal, das dem Patienten die befeuchteten Gase verabreicht, oder der Patient selbst bei Hausverabreichung gelegentlich den Wasserstand überprüfen und, falls erforderlich, mehr Wasser hinzufügen. Diese Aufgabe wird manchmal übersehen.

[0004] Die US-PS 6 802 314 beschreibt ein Befeuchtungssystem für einen Respirator, das automatisch bestimmt, wann der Wasserstand auf einen ungenügenden Stand fällt, und einen Alarm auslöst. Das System berechnet kontinuierlich ein Wärmeleitfähigkeitsmaß als Leistungsaufnahme geteilt durch die Differenz zwischen der Heizplattentemperatur und der Temperatur der die Befeuchterkammer verlassenden Gase. Die Steuerung vergleicht die berechnete Wärmeleitfähigkeit mit einem vorbestimmten Schwellwert, der für die Durchflussrate von Gasen in dem System geeignet ist. Wenn die Wärmeleitfähigkeit unter dem Schwellwert liegt, aktiviert die Steuerung einen Alarm.

[0005] Dieses Befeuchtungssystem für einen Respirator ist für eine Umgebung mit ziemlich konstant bleibenden Umgebungsbedingungen bestimmt. Zum Beispiel neigen Krankenhausstationen, in denen diese Vorrichtungen am häufigsten verwendet werden, dazu, klimatisiert zu sein und auf einer komfortablen Temperatur und Hintergrundfeuchtigkeit gehalten zu werden.

[0006] Ein anderes Beispiel für ein Alarmsystem zum Warnen eines Benutzers, dass eine Befeuchungskammer wiederaufgefüllt werden muss, wird in der US-Patentanmeldung 2009/0184832 beschrieben. Diese Patentanmeldung beschreibt einen Befeuchter zur Verwendung bei chirurgischer Insufflation. Gemäß einer Ausführungsform misst eine Steuerung die Gesamtleistungsaufnahme der Befeuchterheizeinrichtung als Funktion der Zeit. Gemäß der Anmelderin stellt dies die Verdampfung einer proportionalen Wassermenge aus dem Behälter dar. Wenn die Gesamtarbeit (akkumulierte Leistung über eine Zeitspanne mit Beginn ab Füllung der Kammer) eine vorbestimmte Höhe erreicht, zeigt die Steuerung dem Benutzer an, dass die Befeuchterkammer möglicherweise wieder aufgefüllt werden muss. Gemäß einem weiteren beschriebenen Aspekt kann der Schwellwert gemäß der Temperatur der in das System eintretenden Gase ausgewählt werden. Gemäß einem anderen Aspekt bestimmt das System, dass Hydratationsfluid neu aufgefüllt werden muss, indem es ermittelt, ob die Momentanleistung unter einen Schwellwert abfällt, der für verschiedene Durchflussraten oder Durchflussratenbereiche verschieden sein könnte. Gemäß einer anderen Variante überwacht die Steuerung das Temperatursignal des konditionierten Gases nahe oder in dem Heizeinrichtungshydrator und aktiviert einen Alarm, wenn das Temperatursignal des Insufflationsgases beginnt, deutlich zu schwanken.

[0007] Ein noch weiteres System wird in der am 23. Dezember 2009 eingereichten und an Fisher & Paykel Healthcare Limited übertragenen US-Anmeldung 61/289,610 beschrieben. Sie beschreibt auch ein Befeuchtungssystem für Gase, die bei Insufflationsoperationen oder Operationen mit offenen Wunden verwendet werden. Gemäß dieser Anmeldung wird durch Überwachung der Temperatur von die Kammer verlassenden Gasen unter gleichzeitiger Überwachung der Energieversorgung der Heizeinrichtungsbasis ein Zustand mit niedrigem oder ohne Wasser in der Befeuchterkammer detektiert. Wenn die Temperatur der die Kammer verlassenden Gase abfällt und gleichzeitig die der Heizeinrichtung zugeführte Energie konstant ist oder ansteigt, bestimmt die Steuerung, dass dies ein Wassererschöpfungszustand ist und warnt einen Benutzer.

[0008] Die Chirurgiesysteme arbeiten auch innerhalb wohldefinierter Umgebungsbedingungen. Zum Beispiel werden sie in der Regel in Operationssälen, die auf einer geregelten kühlen Temperatur gehalten werden, und in einer klimatisierten Umgebung mit relativ konstanter Umgebungfeuchtigkeit verwendet.

[0009] Die Erfinder ziehen in Erwägung, dass alle der vorstehenden Systeme anfällig für Fehlalarme sind. Sie sind dafür anfällig, in Situationen, in denen die Kammer eigentlich nicht leer ist, zu bestimmen, dass sich in der Kammer kein Wasser befindet, und das medizinische Fachpersonal über diesen Zustand zu alarmieren. Obgleich ein Fehlalarm in einer Situation, in der das System von geschultem medizinischem Fachpersonal verwendet wird, nicht weiter kritisch ist, ist er in Situationen, in denen die Systeme zur Zuführung von befeuchteten Gasen außerhalb der kontrollierten Krankenhausumgebung verwendet werden, nicht hilfreich. Außerhalb der kontrollierten Krankenhausumgebung verwendete Systeme können weiterhin aufgrund des weiteren Bereichs von Umgebungsbedingungen, unter denen sie betrieben werden, wobei Umgebungstemperaturen zum Beispiel von 12°C bis 32°C reichen und die Umgebungfeuchtigkeit auch stark schwankt, anfälliger für Fehlalarme sein. Die unterschiedlichen Umgebungsbedingungen sind typisch, wenn die Vorrichtung in der häuslichen Umgebung verwendet wird, wie zum Beispiel bei CPAP-Therapie oder Sauerstofftherapie verwendeten Vorrichtungen.

KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0010] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung eines Systems zur Befeuchtung von Gasen, das die obigen Nachteile zumindest zum Teil überwindet, wodurch der Industrie zumindest eine sinnvolle Alternative bereitgestellt wird.

[0011] Gemäß einem Aspekt besteht die vorliegende Erfindung in einer Vorrichtung zur Aufbereitung eines Gasflusses, die Folgendes enthält: eine Heizeinrichtung zur Erwärmung eines Behälters, einen Temperatursensor, der mit der Heizeinrichtung in thermischer Verbindung steht, um die Temperatur der Heizeinrichtung abzutasten, eine Steuerung, die zum Zuführen von Energie von einer Energieversorgung zur Heizeinrichtung ausgeführt ist, wobei die Steuerung ein Steuerverfahren enthält, das Folgendes umfasst: Überwachen von Systembedingungen während der Verwendung der Vorrichtung, Bestimmen eines möglichen Fehlens von Wasser in dem Behälter anhand der überwachten Systembedingungen, nach einer Bestimmung eines möglichen Fehlens von Wasser Zuführen von Energie von der Energieversorgung zu der Heizeinrichtung, wobei die Energiemenge eine Zunahme der zugeführten Energie, eine maximale Energie von der Energieversorgung der Heizeinrichtung, eine vorbestimmte Energiemenge von der Energieversorgung der Heizeinrichtung oder eine Energiemenge für die Heizeinrichtung, die die Heizeinrichtungstemperatur bei Fehlen von Wasser auf eine Temperatur erhöhen würde, die jegliche Temperatur übersteigt, die die Heizeinrichtungstemperatur bei vorhandenem Wasser in der Kammer erreichen würde, ist, Überwachen der Ausgabe des Temperatursensors und Reduzieren der von der Energieversorgung der Heizeinrichtung zugeführten Energie, vollständiges Abziehen der Energie von der Heizeinrichtung, wenn die überwachte Temperatursensorausgabe ein Fehlen von Wasser im Behälter anzeigt.

[0012] Gemäß einem weiteren Aspekt umfasst der Schritt des Überwachens der Ausgabe des Temperatursensors Bestimmen eines Anstiegs der Heizplattentemperatur.

[0013] Gemäß einem weiteren Aspekt umfasst der Schritt des Überwachens der Ausgabe des Temperatursensors-Vergleichen der Heizeinrichtungstemperatur mit einer Schwelltemperatur und Bestimmen eines Wassererschöpfungszustands, wenn die überwachte Temperatur die vorbestimmte Schwelltemperatur übersteigt.

[0014] Gemäß einem weiteren Aspekt bestimmt die Steuerung den Wassererschöpfungszustand, wenn die überwachte Temperatur die vorbestimmte Schwelltemperatur um eine vorbestimmte Zeitdauer übersteigt.

[0015] Gemäß einem weiteren Aspekt umfasst der Schritt des Zuführens von Energie zur Heizeinrichtung Zuführen einer maximal zur Verfügung stehenden Energie zu der Heizeinrichtung.

[0016] Gemäß einem weiteren Aspekt umfasst der Schritt des Zuführens von Energie zu der Heizeinrichtung Zuführen einer vorbestimmten Energiemenge zu der Heizeinrichtung.

[0017] Gemäß einem weiteren Aspekt umfasst der Schritt des Zuführens von Energie zu der Heizeinrichtung Zuführen einer Energiemenge zu der Heizeinrichtung, die die Heizeinrichtungstemperatur bei Fehlen von Wasser auf eine Temperatur erhöhen würde, die jegliche Temperatur übersteigt, die die Heizeinrichtungstemperatur mit in der Kammer vorhandenem Wasser erreichen würde.

[0018] Gemäß einem weiteren Aspekt umfasst die Heizeinrichtung eine Heizplatte und enthält die Vorrichtung eine Klemme zum Halten einer entfernbaren Kammer gegen die Heizplatte.

[0019] Gemäß einem weiteren Aspekt ist der Temperatursensor an der Heizplatte befestigt.

[0020] Gemäß einem weiteren Aspekt enthält die Vorrichtung zur Aufbereitung eines Gasflusses ein Gebläse zur Erzeugung eines Gasflusses und einen Befeuchter, der die Heizeinrichtung und einen Wasserbehälter enthält, wobei ein Auslass des Gebläses zu einem Einlass des Befeuchters führt.

[0021] Gemäß einem weiteren Aspekt überwacht die Steuerung Systembedingungen während der Verwendung der Vorrichtung, darunter Überwachung der Temperatur von den Behälter verlassenden Gasen und Überwachung von der Heizeinrichtung zugeführter Energie, und bestimmt einen möglichen Wassererschöpfungszustand auf Grundlage einer Funktion der Temperatur von den Befeuchter verlassenden Gasen und der Heizeinrichtung zugeführter Energie.

[0022] Gemäß einem weiteren Aspekt umfasst die Funktion ein Verhältnis der Gastemperatur zu der Heizplattenenergie.

[0023] Gemäß einem weiteren Aspekt bestimmt die Steuerung ein mögliches Fehlen von Wasser im Behälter durch Vergleichen des Ergebnisses der Funktion mit einem vorbestimmten Schwellwert.

[0024] Gemäß einem weiteren Aspekt besteht die vorliegende Erfindung in einer Vorrichtung zur Aufbereitung eines Gasflusses, die Folgendes umfasst: einen Befeuchter, der einen Behälter und eine Heizeinrichtung zum Erwärmen des Behälters enthält, einen Temperatursensor, der mit der Heizeinrichtung in thermischer Verbindung steht, um die Temperatur der Heizeinrichtung abzutasten, eine Steuerung, die zum Zuführen von Energie von einer Energieversorgung zur Heizeinrichtung ausgeführt ist, wobei die Steuerung ein Steuerverfahren enthält, das Folgendes umfasst: Überwachen von Systembedingungen während der Verwendung der Vorrichtung, Bestimmen eines möglichen Fehlens von Wasser in dem Behälter anhand der überwachten Systembedingungen, nach einer Bestimmung eines möglichen Fehlens von Wasser Zuführen einer maximal zur Verfügung stehenden Energie von der Energieversorgung zu der Heizeinrichtung, Überwachen der Ausgabe des Temperatursensors, Bestimmen eines Wassererschöpfungszustands, wenn die Ausgabe des Temperatursensors einen vorbestimmten Schwellwert für eine vorbestimmte Zeitdauer übersteigt, anschließend Reduzieren der von der Energieversorgung der Heizeinrichtung zugeführten Energie und Bereitstellen einer den Wassererschöpfungszustand anzeigenden Ausgabe.

[0025] Für einen Fachmann auf dem Gebiet, auf das sich die Erfindung bezieht, sind viele Änderungen an der Konstruktion und sich stark unterscheidende Ausführungsformen und Anwendungen der Erfindung offensichtlich, ohne von dem Schutzbereich der Erfindung, wie er in den angehängten Ansprüchen definiert wird, abzuweichen. Die Offenbarungen und die Beschreibungen in dieser Schrift sind rein beispielhaft und sollen in keiner Weise einschränkend sein.

[0026] Der Begriff "umfassend", der in der Beschreibung und in den Ansprüchen verwendet wird, bedeutet "zumindest teilweise bestehend aus". Bei Interpretation einer Aussage in dieser Beschreibung und in den Ansprüchen, die "umfassend" enthält, können auch andere Merkmale vorhanden sein, als das oder jene, denen der Begriff vorangestellt ist. Verwandte Begriffe, wie zum Beispiel "umfassen" und "umfasst", sollen auf gleiche Weise interpretiert werden.

BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0027] Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden unter Bezugnahme auf die beige-fügten Zeichnungen beschrieben.

[0028] [Fig. 1](#) ist ein Ablaufdiagramm, das den Gesamtprozess zur Bestimmung des Fehlens von Wasser in einer Befeuchterkammer gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0029] [Fig. 2a](#) zeigt eine schematische Ansicht eines Benutzers, der befeuchtete Luft erhält, wobei der Benutzer eine Nasenmaske trägt und Luft von einem modularen Gebläse-/Befeuchter-Atmungsunterstützungssystem erhält.

[0030] **Fig. 2b** zeigt eine schematische Ansicht eines Benutzers, der befeuchtete Luft erhält, wobei der Benutzer eine Nasenkanüle trägt und Luft von einem modularen Gebläse-/Befeuchter-Atmungsunterstützungssystem erhält.

[0031] **Fig. 3** zeigt eine schematische Ansicht eines Benutzers, der befeuchtete Luft erhält, wobei der Benutzer eine Nasenmaske trägt und Luft von einem integrierten Gebläse-/Befeuchter-Atmungsunterstützungssystem erhält.

[0032] **Fig. 4** zeigt eine schematische Ansicht eines Benutzers, der befeuchtete Luft erhält, wobei der Benutzer eine Nasenkanüle trägt, wobei das Atmungsunterstützungssystem Gase von einer zentralen Quelle über einen Wandeinlass erhält und diese einer Steuereinheit zuführt, die die Gase einer Befeuchterkammer zuführt, welche sich in einer Linie mit der Steuereinheit und stromabwärts davon befindet.

[0033] **Fig. 5** zeigt den zeitlichen Verlauf einer Funktion der Kammerauslasstemperatur und Heizplattenenergie und des Endes der Heizplattentemperatur gemäß einem unter Verwendung der vorliegenden Erfindung durchgeführten Experiment.

[0034] **Fig. 6** ist ein Ablaufdiagramm, das ein bevorzugtes Verfahren zur anfänglichen Bestimmung eines möglichen Wassererschöpfungszustands darstellt.

[0035] **Fig. 7** zeigt eine schematische Darstellung einiger der Verbindungen zwischen einer Steuerung, die zur Verwendung mit dem Atmungsunterstützungssystem der **Fig. 2**, **Fig. 3** oder **Fig. 4** geeignet ist, und anderer Komponenten der bevorzugten Form des Atmungsunterstützungssystems gemäß der Darstellung in **Fig. 2**, **Fig. 3** oder **Fig. 4**.

[0036] **Fig. 8** ist ein Ablaufdiagramm, das ein Bestätigungsverfahren gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0037] Die vorliegende Erfindung stellt ein verbessertes Verfahren zur Bestimmung eines Wassererschöpfungszustands in einer Vorrichtung zur Zuführung von befeuchteten Gasen bereit. Es hat sich herausgestellt, dass dieses Verfahren zur Bestimmung von Wassererschöpfungszuständen unter den verschiedensten Umgebungsbedingungen geeignet ist. Wie in **Fig. 1** dargestellt, umfasst das Verfahren einen aus zwei Schritten bestehenden Prozess, der eine Primärbestimmung eines Wassererschöpfungszustands in Schritt **1010** umfasst. Diese Primärbestimmung erfolgt während der Beobachtung (in Schritt **1050**) des normalen Betriebs der Vorrichtung. Nach einer Primärbestimmung eines Wassererschöpfungszustands übernimmt das Verfahren vorübergehend die Kontrolle über den Befeuchtungsteil der Vorrichtung in Schritt **1030**, um in Schritt **1100** eine Sekundärbestimmung durchzuführen, die die Primärbestimmung bestätigt oder ihr widerspricht.

[0038] Für die Primärbestimmung kann die Steuerung der Vorrichtung eine Reihe von Kennwerten des Systems, die von einem oder mehreren der in dem System enthaltenen Sensoren erfasst werden, überwachen. Zum Beispiel kann die Primärbestimmung durch ein beliebiges mehrerer bei der Besprechung des Stands der Technik beschriebenen vorbekannten Verfahren durchgeführt werden. Jedoch überwacht ein bevorzugtes Verfahren für die Primärbestimmung eine Funktion der Kammerauslasstemperatur und der Heizplattentemperatur und bestimmt die Möglichkeit eines Wassererschöpfungszustands, wenn sich diese Funktion von einem Basiswert weg bewegt.

[0039] Gemäß einem bevorzugten Aspekt der vorliegenden Erfindung unterbricht die Sekundärbestimmung die normale Steuerung der Vorrichtung und übernimmt die Kontrolle über die Energiezufuhr zur Befeuchtheizeinrichtung. Gemäß dem Verfahren für die Sekundärbestimmung wird die Heizeinrichtungsenergie für eine begrenzte Zeitdauer auf einen maximal zur Verfügung stehenden Wert erhöht. Die Sekundärbestimmung erfolgt dann auf Grundlage der Überwachung der Heizplattentemperatur (in Schritt **1070**). Diese Bestimmung kann auf Grundlage dessen erfolgen, dass die Heizplattentemperatur während dieser Zeit stark ansteigt oder während dieser Zeit auf einem erhöhten Wert bleibt oder während dieser Zeit einen erhöhten Wert erreicht, was einen Wassererschöpfungszustand anzeigt.

[0040] Dann kann die Steuerung eine Ausgabe des Wassererschöpfungszustands bereitstellen (Schritt **1120**), um einen Benutzeralarm zu aktivieren. Des Weiteren reduziert oder entfernt die Steuerung Energie zur Heizplatte (Schritt **1110**).

[0041] Das Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung zur Bestimmung der Wassererschöpfung ist mit besonderer Anwendung auf eine Vorrichtung zur Zuführung von befeuchteten Gasen, die außerhalb der Krankenhausumgebung verwendet wird, entwickelt worden. Das Verfahren kann jedoch auch in Steuerungen für Vorrichtungen von Vorteil sein, die für die Krankenhausumgebung bestimmt sind.

[0042] Das Verfahren kann in der Steuerung in mehreren allgemeinen Systemkonfigurationen verwendet werden. Zum Beispiel werden drei typische Systemkonfigurationen in den **Fig. 2** bis **Fig. 4** dargestellt und unten beschrieben. Diese Systemkonfigurationen sind beispielhaft, aber keine ausschließliche Darstellung der Systemkonfigurationen, in denen dieses Verfahren verwendet werden kann.

[0043] Eine schematische Ansicht eines Benutzers **2**, der Luft von einer modularen Atmungsunterstützungseinheit erhält, und eines Befeuchtungssystems **1** gemäß einer ersten beispielhaften Systemkonfiguration wird in den **Fig. 2a** und **Fig. 2b** gezeigt. Das System **1** stellt einen druckbeaufschlagten Strom erhitzter, befeuchteter Gase zu dem Benutzer **2** für therapeutische Zwecke (zum Beispiel zur Reduzierung des Auftretens von obstruktiver Schlafapnoe, zur Bereitstellung von CPAP-Therapie, zur Bereitstellung von Befeuchtung für therapeutische Zwecke oder dergleichen) bereit. Das System **1** wird unten ausführlich beschrieben.

[0044] Die Atmungsunterstützungseinheit oder Gebläseeinheit **3** weist eine innere Kompressoreinheit, einen Strömungsgenerator oder eine Ventilatoreinheit **13** auf – diese könnten allgemein als Stromsteuermechanismus bezeichnet werden. Luft aus der Atmosphäre tritt über einen Atmosphäreneinlass **40** in das Gehäuse der Gebläseeinheit **3** ein und wird durch die Ventilatoreinheit **13** gesaugt. Die Ausgabe der Ventilatoreinheit **13** ist einstellbar – die Ventilatordrehzahl ist variabel. Der druckbeaufschlagte Gasstrom verlässt die Ventilatoreinheit **13** und die Gebläseeinheit **3** und bewegt sich über eine Verbindungsleitung **4** zu einer Befeuchterkammer **5**, wobei er über eine Eingangsöffnung oder Einlassöffnung **23** in die Befeuchterkammer **5** eintritt.

[0045] Die Befeuchterkammer **5** enthält im Gebrauch ein Wasservolumen **20**. Bei der bevorzugten Ausführungsform ist die Befeuchterkammer **5** im Gebrauch oben auf einer Befeuchterbasiseinheit **21** positioniert, die eine Heizplatte **12** hat. Die Heizplatte **12** wird zur Erwärmung der Basis der Kammer **5** und somit Erwärmung des Inhalts der Kammer **5** betrieben. Bei Erwärmung des Wassers in der Kammer **5** verdampft es, und die Gase in der Befeuchterkammer **5** (über der Oberfläche des Wassers **20**) werden erwärmt und befeuchtet. Der über die Einlassöffnung **23** in die Befeuchterkammer **5** eintretende Gasstrom strömt über das erwärmte Wasser (oder durch diese erwärmten, befeuchteten Gase – anwendbar auf große Kammern und Durchflussraten) und wird dabei erwärmt und befeuchtet. Dann tritt der Gasstrom über eine Austrittsöffnung oder Auslassöffnung **9** aus der Befeuchterkammer **5** aus und tritt in eine Förderleitung **6** ein.

[0046] Wenn in dieser Schrift mit Bezugnahme auf die Erfindung von einer 'Befeuchtereinheit' die Rede ist, soll dies mindestens die Kammer **5** und, falls angemessen, die Basiseinheit **21** und Heizplatte **12** bedeuten.

[0047] Die erwärmten, befeuchteten Gase strömen entlang der Länge der Förderleitung **6** und werden dem Patienten oder Benutzer **2** über eine Benutzerschnittstelle **7** zugeführt. Die Leitung **6** kann über einen (nicht gezeigten) Heizdraht oder dergleichen erwärmt werden, um dazu beizutragen, Kondensation zu vermeiden.

[0048] Die in **Fig. 2a** gezeigte Benutzerschnittstelle **7** ist eine Nasenmaske, die die Nase des Benutzers **2** umgibt und bedeckt. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass eine Nasenkanüle (wie in **Fig. 2b** gezeigt), eine Vollmaske, ein Tracheostomie-Anschlussstück oder irgendeine andere geeignete Benutzerschnittstelle anstelle der gezeigten Nasenmaske verwendet werden könnte. Eine zentrale Steuerung oder zentrales Steuersystem **8** ist entweder in dem Gebläsegehäuse (Steuerung **8a**) oder in der Befeuchterbasiseinheit (Steuerung **8b**) positioniert. Bei modularen Systemen dieser Art wird bevorzugt, dass eine getrennte Gebläsesteuerung **8a** und Befeuchtersteuerung **8b** verwendet werden, und am stärksten bevorzugt ist, dass die Steuerungen **8a**, **8b** (zum Beispiel durch Kabel oder dergleichen) verbunden sind, so dass sie im Gebrauch miteinander kommunizieren können.

[0049] Das Steuersystem **8** erhält Benutzereingangssignale über Bedienelemente **11**, die entweder an der Befeuchterbasiseinheit **21** oder an der Gebläseeinheit **3** oder an beiden positioniert sind. Bei den bevorzugten Ausführungsformen erhält die Steuerung **8** weiterhin Eingaben von Sensoren, die an verschiedenen Stellen im ganzen System **1** positioniert sind.

[0050] **Fig. 7** zeigt eine schematische Darstellung einiger der Eingänge und Ausgänge zu und von der Steuerung **8**. Es sei darauf hingewiesen, dass nicht alle der möglichen Verbindungen und Eingänge und Ausgänge gezeigt werden. **Fig. 7** ist repräsentativ für einige der Verbindungen und ist ein Veranschaulichungsbeispiel.

[0051] Die Sensoren und ihre Positionen werden unten ausführlicher beschrieben. Als Reaktion auf die Benutzereingabe von den Bedienelementen **11** und die von den Sensoren erhaltenen Signale bestimmt das Steuersystem **8** eine Steuerausgabe, die bei der bevorzugten Ausführungsform Signale aussendet, um die Energie zu der Heizplatte **12** der Befeuchterkammer und die Drehzahl des Ventilators **13** einzustellen. Die Programmierung, die bestimmt, wie die Steuerung die Steuerausgabe bestimmt, wird unten ausführlicher beschrieben.

[0052] In **Fig. 3** wird eine schematische Ansicht des Benutzers **2**, der Luft von einem integrierten Gebläse-/Befeuchtersystem **100** gemäß einer zweiten Form der Erfindung erhält, gezeigt. Das System funktioniert sehr ähnlich wie das in **Fig. 2** gezeigte und oben beschriebene modulare System **1**, außer dass die Befeuchterkammer **105** mit der Gebläseeinheit **103** integriert worden ist, um eine integrierte Einheit **110** zu bilden. Durch die Ventilatoreinheit **113**, die in dem Gehäuse der integrierten Einheit **110** positioniert ist, wird ein druckbeaufschlagter Gasstrom bereitgestellt. Das Wasser **120** in der Befeuchterkammer **105** wird durch die Heizplatte **112** (die bei dieser Ausführungsform ein integraler Teil der Struktur der Gebläseeinheit **103** ist) erwärmt. Luft tritt über eine Einlassöffnung **123** in die Befeuchterkammer **105** ein und verlässt die Befeuchterkammer **105** über die Austrittsöffnung **109**. Der Gasstrom wird dem Benutzer **2** über eine Förderleitung **106** und eine Schnittstelle **107** zugeführt. Die Steuerung **108** ist in dem Außenmantel der integrierten Einheit **100** enthalten. Bedienelemente **111** sind an der Außenfläche der Einheit **100** positioniert.

[0053] **Fig. 4** zeigt eine schematische Ansicht des Benutzers **2**, der Luft von einer weiteren Form eines Atmungsunterstützungssystems **200** erhält. Das System **200** kann allgemein als ein abgesetztes Quellsystem bezeichnet werden und erhält Luft von einer abgesetzten Quelle über einen Wandeinlass **1000**.

[0054] Der Wandeinlass **1000** ist über eine Einlassleitung **201** mit einer Steuereinheit **202** verbunden, die die Gase von dem Einlass **1000** erhält. Die Steuereinheit **202** weist Sensoren **250**, **260**, **280**, **290** auf, die die Feuchtigkeit, die Temperatur und den Druck bzw. den Durchfluss des ankommenden Gasstroms messen.

[0055] Der Gasfluss wird dann einer Befeuchterkammer **205** zugeführt, wobei der Gasstrom erwärmt und befeuchtet ist, und einem Benutzer auf ähnliche Weise wie oben ausgeführt zugeführt. Es sei darauf hingewiesen, dass bei Bezugnahme auf eine 'Befeuchtereinheit' als abgesetztes Quellsystem, wie zum Beispiel das System **200**, dies bedeuten soll, dass die Steuereinheit **202** enthalten ist – die Gase von der abgesetzten Quelle können entweder direkt oder über die Steuereinheit **202** (zur Reduzierung von Druck oder dergleichen) mit einem Einlass verbunden sein, aber die Steuereinheit und die Befeuchterkammer sollten als zu einer Gesamt-'Befeuchtereinheit' gehörend interpretiert werden.

[0056] Fall erforderlich, kann das System **200** dem Benutzer O_2 oder eine O_2 -Fraktion zuführen, indem die zentrale Quelle als O_2 -Quelle vorliegt, oder durch Mischen von Atmosphärenluft mit ankommendem O_2 von der zentralen Quelle über eine in der Steuereinheit **202** positionierte Venturi-Düse **90** oder dergleichen. Es wird bevorzugt, dass die Steuereinheit **202** auch ein Ventil oder einen ähnlichen Mechanismus aufweist, um als ein Durchflussregelmechanismus zu wirken und so den Durchfluss von Gasen durch das System **200** einzustellen.

SENSOREN

[0057] Die in den **Fig. 2**, **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigten modularen und integrierten Systeme **1**, **100** und **200** weisen Sensoren auf, die an Stellen im ganzen System positioniert sind. Diese werden unten unter Bezugnahme auf das Atmungsunterstützungssystem **1** beschrieben. Die bevorzugte Form des modularen Systems **1** gemäß der Darstellung in **Fig. 2** weist mindestens die folgenden Sensoren an den folgenden bevorzugten Stellen auf:

- 1) Einen Umgebungstemperatursensor **60**, der in, nahe oder an dem Gebläsegehäuse positioniert ist und dazu konfiguriert oder ausgeführt ist, die Temperatur der ankommenden Luft aus der Atmosphäre zu messen. Am stärksten bevorzugt ist, dass der Temperatursensor **60** im Gasstrom hinter (stromabwärts) der Ventilatoreinheit **13** so nahe wie möglich am Einlass oder Eintritt zu der Befeuchterkammer positioniert ist.
- 2) Einen Befeuchtereinheitsaustrittsöffnungstemperatursensor **63**, der entweder an der Kammeraustrittsöffnung **9** oder am Vorrichtungsende (gegenüber dem Patientenende) der Förderleitung **6** positioniert ist. Der Auslasstemperatursensor **63** ist dazu konfiguriert oder ausgeführt, die Temperatur des Gasstroms zu messen, wenn er die Kammer **5** verlässt (bei beiden Konfigurationen kann der Austrittsöffnungstemperatursensor **63** als proximal der Kammeraustrittsöffnung **9** betrachtet werden).

[0058] Ebenso sind Sensoren an im Wesentlichen den gleichen Stellen in dem integrierten System **100**, das in **Fig. 3** gezeigt wird, und in dem System **200** von **Fig. 4** angeordnet. Bei dem integrierten System von **Fig. 3** ist zum Beispiel ein Umgebungstemperatursensor **160** in dem Gebläsegehäuse im Gasstrom kurz vor (stromaufwärts) der Befeuchterkammereinlassöffnung **123** positioniert. Ein Kammeraustrittsöffnungstemperatursensor

163 ist an der Kammeraustrittsöffnung **109** positioniert und dazu konfiguriert, die Temperatur des Gasstroms bei seinem Austritt aus der Kammer **105** zu messen (bei beiden Konfigurationen kann der Austrittsöffnungstemperatursensor **163** als proximal der Kammeraustrittsöffnung **109** betrachtet werden). Als Alternative dazu kann dieser Sensor auch bei beiden Ausführungsformen am Vorrichtungsende (gegenüber dem Patientenende) der Förderleitung **106** positioniert sein. Ein ähnliches Bezeichnungssystem wird für das in [Fig. 4](#) gezeigte Atmungsunterstützungssystem verwendet – Umgebungstemperatursensor **260**, Ventilatereinheit **213**, Kammeraustrittsöffnungstemperatursensor **263**, der an der Kammeraustrittsöffnung **209** positioniert ist, usw.

[0059] Weiterhin wird bevorzugt, dass das Atmungsunterstützungssystem **1** (und **100**, **200**) einen Heizplattentemperatursensor **62** hat, der neben der Heizplatte **12** positioniert ist und dazu konfiguriert ist, die Temperatur der Heizplatte zu messen. Das (die) Atmungsunterstützungssystem(e) mit Heizplattentemperatursensor wird (werden) bevorzugt, da er eine Zwischenanzeige des Zustands der Heizplatte gibt. Dieser Sensor sollte sich in dem Wärmepfad zwischen der Wärmequelle und dem Behälter befinden. Somit wird zum Beispiel ein Sensor an einer leitenden Platte, die die Wasserkammer auf einer Seite berührt und eine Heizeinrichtung auf der anderen Seite hat, bevorzugt.

[0060] Am stärksten bevorzugt ist, dass die Systeme eine Durchflusssonde – Durchflusssonde **61** in System **1** – aufweisen, die stromaufwärts der Ventilatereinheit **13** positioniert ist und dazu konfiguriert ist, den Gasfluss zu messen. Die bevorzugte Stelle für die Durchflusssonde ist stromaufwärts der Ventilatereinheit, obgleich die Durchflusssonde stromabwärts des Ventilators oder an irgendeiner anderen geeigneten Stelle positioniert sein kann. Es wird wiederum bevorzugt, dass eine Durchflusssonde Teil des Systems bildet, aber es ist nicht absolut erforderlich, dass eine Durchflusssonde Teil des Systems ist.

[0061] Im Folgenden werden das Layout und die Funktionsweise des Atmungsunterstützungssystems **1** unten ausführlich beschrieben. Die Funktionsweise und das Layout der Systeme **100** und **200** sind im Wesentlichen gleich und werden nur wo erforderlich ausführlich beschrieben.

[0062] Bei dem Atmungsunterstützungssystem **1** werden die Messwerte von allen Sensoren zu dem Steuersystem **8** zurückgeführt. Das Steuersystem **8** erhält auch Eingaben von den Bedienelementen **11**.

WEITERE ALTERNATIVE SENSORLAYOUTS

[0063] Bei einer Variante der (des) oben angeführten Vorrichtung und Verfahrens weist das System (System **1** oder System **100** oder System **200**) weiterhin zusätzliche Sensoren auf, wie unten angeführt.

1) Ein Patientenendentemperatursensor **15** (oder **115** oder **215**) ist am Patientenende der Förderleitung **6** (oder als Alternative in oder an der Schnittstelle **7**) positioniert, das heißt an oder nahe dem Patienten oder der Abgabestelle. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Beschreibung sollten 'Patientenende' oder 'Benutzerende' als entweder nahe dem Benutzerende der Förderleitung (zum Beispiel der Förderleitung **6**) oder in oder an der Patientenschnittstelle **7** bedeutend interpretiert werden. Dies gilt, es sei denn, eine spezielle Stelle ist sonst angegeben. Bei beiden Konfigurationen kann der Patientenendentemperatursensor **15** als sich an oder nahe dem Benutzer oder Patient **2** befindend betrachtet werden.

BEVORZUGTES VERFAHREN ZUR PRIMÄRWASSERERSCHÖPFUNGSBESTIMMUNG

[0064] Unter Bezugnahme auf [Fig. 6](#) bewertet die Steuerung bei der am stärksten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine Funktion der Kammerauslasstemperatur und der Heizplattenenergie auf kontinuierlicher Basis bei normaler Verwendung der Vorrichtung. Die Steuerung bestimmt das Potenzial für einen Wassererschöpfungszustand, wenn das Ergebnis dieser Funktion von einem Basisstand variiert. Die bevorzugte Funktion ist ein Verhältnis der Kammerauslasstemperatur vom Sensor **63** (oder **163** oder **263**) und der Heizplattenenergie, wie durch das Heizplatten-Tastverhältnis dargestellt. Dieses Verhältnis kann als:

$\Theta = \text{CBO_Temp}$

HP_Tastverhältnis_Steuerung (Mittel)

wobei

Θ = Überwachungsfunktion,
dargestellt werden,

[0065] CBO_Temp = Kammerauslasstemperatur vom Sensor **63**, HP_Tastverhältnis_Steuerung (Mittel) = Heizplattentastverhältnissteuerwert, jede Sekunde aufgezeichnet und über 128 Datenpunkte gemittelt.

[0066] In von den Erfindern durchgeführten Tests hat sich herausgestellt, dass dieses Verhältnis im Beharrungszustand, in dem Wasser in der Befeuchtungskammer bleibt, im Wesentlichen konstant bleibt, aber größer wird, wenn das Wasser zu Ende geht. Dies war über die verschiedensten Umgebungstemperaturen, darunter Umgebungstemperaturen von 8°C bis 32°C, der Fall.

[0067] Im ungünstigsten Fall wurde dieses Verhältnis um mindestens 10% von einem vorbestehenden Basiswert erhöht, als die Kammer austrocknete.

[0068] Ein Basiswert θ_0 kann auf viele Weisen berechnet werden. Zum Beispiel könnte θ_0 ein Gleitfenstermittelwert von θ oder eine Funktion eines Gleitfenstermittelwerts von CBO_Temp und ein Gleitfenstermittelwert des Heizplattentastverhältnisses sein. Als Alternative dazu könnte der Wert θ_0 bei aktuellem Wert θ periodisch aktualisiert werden, wobei die Periode zum Beispiel 10 Minuten oder mehr beträgt.

[0069] Ein Beispiel für diese Überwachungsfunktion wird in [Fig. 5](#) dargestellt. [Fig. 5](#) enthält ein Diagramm dieser bevorzugten Funktion als Funktion der Zeit für eine AIRVO-Vorrichtung zur Zuführung von befeuchteten Gasen von Fisher & Paykel Healthcare Ltd, die mit 15 Litern pro Minute mit einer Fisher & Paykel MR290-Befeuchtungskammer und einer Umgebungstemperatur von 32°C betrieben wird. Das Diagramm zeigt ein normalisiertes Verhältnis als Funktion der Zeit und die Heizplattentemperatur als Funktion der Zeit. Es ist zu sehen, dass das normalisierte Verhältnis bis ca. $t = 1300$ s konstant bleibt und dann anzusteigen beginnt und schließlich einen Wert von ca. 1,8 erreicht.

[0070] Es wurden ähnliche Tests für zwei mit der AIRVO-Vorrichtung zur Zuführung von befeuchteten Gasen von Fisher & Paykel Ltd verwendete verschiedene Befeuchterkammern über drei Umgebungstemperaturen und mehrere Durchflussraten durchgeführt. Die getesteten Bedingungen und Durchflussraten repräsentieren die extremen Betriebsbedingungen der Vorrichtung.

[0071] Das normalisierte Maximum des bewerteten Verhältnisses bei Eintritt der Vorrichtung in den Wassererschöpfungszustand wird in Tabelle 1 gezeigt:

Tabelle 1 – Normalisiertes Maximum $T_{\text{CBO}}/\text{Energieverhältnis}$

HP Temperatur/Energie-Verhältnis θ/θ_0						
	22°C		32°C		8°C	
Kammer	15 L min ⁻¹	45 L min ⁻¹	15 L min ⁻¹	45 L min ⁻¹	15 L min ⁻¹	45 L min ⁻¹
HC360	2,6	2,5	1,6	3,0	1,1	2,9
MR290	1,2	5,2	1,8	3,1	1,4	2,7

[0072] In diesem Bereich von Bedingungen wurden zwei typische Systemantworten auf Wassererschöpfungszustände beobachtet.

[0073] Bei einer ersten Antwortart verringerte sich die Kammerauslasstemperatur, während die Heizplatten-temperatur auf einen maximalen Wert zunahm. Danach erhöhte sich wieder die Kammerauslasstemperatur.

[0074] Bei der zweiten Antwortart erhöhte sich die Kammerauslasstemperatur direkt bei Auftritt des Wassererschöpfungszustands, aber die Heizplattentastverhältnissteuerung verringerte sich, während eine eingestellte Kammerauslasstemperatur aufrechterhalten wurde. Bei beiden typischen Antworten erhöht sich das Verhältnis (Ratio) von Kammerauslasstemperatur zu Heizplattenenergie im Vergleich zu dem Wert zu Beginn des Wassererschöpfungszustands. Bei der ersten Antwortart ist eine längere Zeit erforderlich, bis das Verhältnis bezüglich des Basiswerts ansteigt, als bei der zweiten Antwortart.

[0075] Dieses Primärwassererschöpfungsdetektionsverfahren wird in [Fig. 6](#) dargestellt. Schritt **610** stellt die anhaltende Steuerung der Heizplattenenergie gemäß den Systembedingungen dar. Diese Steuerung zielt daraufhin ab, die Temperatur und Feuchtigkeit der zugeführten Gase auf oder nahe bevorzugter Werte zu halten.

[0076] Als anhaltenden Prozess, während diese Steuerung fortfährt, überwacht das Verfahren auf einen möglichen Wassererschöpfungszustand auf Grundlage einer Schleife der Schritte **620** bis **650**.

[0077] In Schritt **620** tastet das Verfahren die Kammerauslasstemperatur und das Heizplattentastverhältnis ab. In Schritt **630** berechnet das Verfahren das Verhältnis θ . In Schritt **640** berechnet das Verfahren θ_0 als einen Gleitfenstermittelwert der aktuellsten Werte der Funktion θ .

[0078] In Schritt **650** vergleicht das Verfahren den in Schritt **630** berechneten Wert mit einem Vielfachen des in Schritt **640** berechneten Werts. Als Alternative dazu vergleicht das Verfahren den in Schritt **630** berechneten Wert mit einem in Schritt **640** berechneten Wert plus einem willkürlichen Offset, nämlich die Gleichung in Schritt **650** von Fig. 6 kann $\theta > \theta_0 + \alpha$ sein, wobei α für alle Temperaturen und Durchflussraten konstant ist. Bei der beispielhaften Ausführungsform beträgt dieses Vielfache 1,1, was sich als ein nützlicher Schwellwert für eine anfängliche Bestimmung eines Wassererschöpfungszustands über eine Reihe von Verwendungsbedingungen für die getestete Vorrichtung zur Zuführung von befeuchteten Gasen erwiesen hat. Wenn der Istwert den Langzeitwert ausreichend übersteigt, geht das Verfahren zu Schritt **660** über und gibt einen möglichen Wassererschöpfungszustand an. Wenn der Istwert kleiner als der Langzeitwert ist oder nicht bedeutend größer als der Langzeitwert ist, dann kehrt das Verfahren zu Schritt **620** zurück und überwacht weiter die Gasauslasstemperatur und das Heizplattentastverhältnis unter den normalen Verwendungsbedingungen.

[0079] Das Beispiel beschreibt eine normalisierte Werte verwendende Implementierung, und Schritt **650** verwendet ein Schwellverhältnis. Als Alternative dazu könnte dieser Schritt berechnet werden, um gemessene Werte direkt zu verwenden und einen möglichen Wassererschöpfungszustand auf Grundlage einer Schwell-differenz zu bestimmen.

BEVORZUGTES VERFAHREN ZUR SEKUNDÄRWASSERERSCHÖPFUNGSBESTIMMUNG

[0080] Gemäß der vorliegenden Erfindung erfolgt eine Sekundärbestimmung des Wassererschöpfungszustands als Reaktion auf eine Primärwassererschöpfungsbestimmung. Gemäß der bevorzugten Ausführungsform übernimmt das Verfahren die Kontrolle über die Befeuchterenergiezufuhr, stellt die Heizplattenenergiezufuhr ein und beobachtet das Temperaturverhalten der Heizplatte. Diese Sekundärbestimmung wird dazu implementiert, den Wassererschöpfungszustand zu bestätigen, wenn die Primärüberwachungsfunktion einen möglichen Wassererschöpfungszustand angibt.

[0081] Die Primärüberwachungsfunktion kann unter bestimmten Bedingungen fälschlicherweise einen Wassererschöpfungszustand bestimmen. Diese Bedingungen umfassen Störungen des Versorgungsnetzes, das Auftreten eines plötzlichen Wärmeimpulses zu dem Kammertemperatursensor aufgrund einer Flussblockade oder starken Schüttelns der Einheit, wodurch verursacht wird, dass Wasser aus der Kammer in das Auslassrohr eintritt. Diese aufgezwungenen Erhöhungen der Kammertemperatur führen wahrscheinlich zu einer Verringerung der Heizplattentastverhältnissteuerung und somit zu einer Änderung des Ergebnisses der Bewertung des Verhältnisses, was von der Steuerung fälschlicherweise als ein Wassererschöpfungszustand interpretiert werden könnte.

[0082] Gemäß der vorliegenden Erfindung tritt das Steuerprogramm nach Bestimmung eines Primärwassererschöpfungszustands durch die Steuerung in eine Routine zur Durchführung einer Sekundärwassererschöpfungsbestimmung ein.

[0083] Wie in Fig. 8 dargestellt, erhöht die Steuerung gemäß der bevorzugten Routine das Heizplattentastverhältnis auf das maximal zur Verfügung stehende Tastverhältnis und führt in Schritt **802** der Heizplatte volle Energie zu. Das Steuerprogramm geht dazu über, in den Schritten **806** und **808** die Heizplattentemperatur zu überwachen, bis die Heizplattentemperatur 125°C übersteigt. Dann geht das Steuerprogramm dazu über, in den Schritten **810** bis **814** die Zeit zu überwachen, für die die Heizplattentemperatur weiterhin 125°C übersteigt. Wenn die Heizplattentemperatur für 30 s ständig 125°C übersteigt, bestimmt die Steuerung einen Wassererschöpfungszustand und setzt in Schritt **816** ein Wassererschöpfungs-Flag. Des Weiteren reduziert oder entfernt die Steuerung Energiezufuhr zur Heizplatte in Schritt **818**.

[0084] Wenn die Steuerroutine keinen Wassererschöpfungszustand bestimmt, dann übergibt die Steuerroutine in Schritt **820** die Steuerung des Befeuchters an das Hauptbetriebssteuerverfahren. Dies kann entweder deshalb erfolgen, weil die Heizplattentemperatur innerhalb von 120 Sekunden des Zuführens von maximaler Heizeinrichtungsenergie in Schritt **802** nicht für 30 Sekunden 125°C übersteigt. Bei dieser Implementierung startet das Verfahren ein erstes Zeitglied in Schritt **804** und überprüft dieses Zeitglied in Schritt **822** nach Be-

stimmung, dass die Temperatur 125°C nicht übersteigt, in Schritt **808**. Wenn das Zeitglied immer noch unter 90 Sekunden liegt, geht das Verfahren dazu über zu Schritt **806** zurückzuspringen, um die aktualisierte Heizplattentemperatur abzutasten. Wenn das Zeitglied 90 Sekunden überschreitet, geht das Verfahren von Schritt **822** zu Schritt **820** über und kehrt zur normalen Steuerung zurück.

[0085] Für den anderen Zustand umfasst das Verfahren zum Zurückkehren zur normalen Steuerung eine Überprüfung in Schritt **812**, ob die Heizplattentemperatur immer noch über 125°C liegt. In jeder Schleife tastet das Verfahren in Schritt **826** die Heizplattentemperatur ab und prüft diese Temperatur gegenüber dem Schwellwert in Schritt **812**. Wenn die Heizplattenisttemperatur den Schwellwert übersteigt, geht die Schleife weiter, ansonsten geht das Verfahren zu Schritt **822** über und überprüft, ob 90 Sekunden seit Schritt **802** vergangen sind.

[0086] Diese Überprüfung wird in den Diagrammen von [Fig. 5](#) dargestellt. Der Start des Sekundärbestimmungsverfahrens wird bei $t = 1850$ s deutlich. Die Heizplattentemperatur ist ca. 53°C gewesen und fiel langsam ab. Bei $t = 1850$ s steigt die Heizplattentemperatur steil an und erreicht schnell die Werte über 125°C und bleibt auf diesen erhöhten Werten, bis die Steuerung als Reaktion auf den bestätigten Wassererschöpfungszustand Energie von der Heizplatte abzieht.

[0087] Im Wesentlichen führt diese Sekundärbestätigung eine vorbestimmte Heizeinrichtungsenergie zu und überwacht die Reaktion der Heizplattentemperatur und bestimmt, ob diese Reaktion dafür charakteristisch ist, dass sich die Kammer in einem Wassererschöpfungszustand befindet.

[0088] Bei dem beschriebenen bevorzugten Verfahren ist die zugeführte Energie die maximal zur Verfügung stehende Energie. Bei einigen Systemen könnte die zugeführte Energie ein geringerer Wert sein, wenn bestimmt worden ist, dass geringere Energie dazu ausreichte, eine Reaktion zu erreichen, die zwischen einem Wassererschöpfungszustand und einem Zustand, in dem Wasser über alle der erwarteten Betriebsbedingungen der Vorrichtung in der Kammer bleibt, differenzieren kann.

[0089] Gemäß dem bevorzugten Verfahren überwacht die Steuerung auf eine Erhöhung der Heizplattentemperatur auf einen Wert, der eine vorbestimmte Grenze überschreitet, und darauf, ob die Heizplattentemperatur für eine vorbestimmte Zeitdauer ständig über dieser Grenze bleibt.

[0090] Als Alternative dazu könnte die Steuerung auf eine Erhöhungsrates der Heizplattentemperatur überwachen, von der sich durch Experimente herausgestellt hat, dass sie für einen Wassererschöpfungszustand charakteristisch ist, oder auf irgendeinen anderen Kennwert der Heizplattentemperatur, von dem sich durch Experimente herausgestellt hat, dass er für einen Wassererschöpfungszustand charakteristisch ist, im Vergleich zu einem Zustand, in dem sich Wasser in der Kammer befindet.

[0091] Die vorbestimmten Temperaturwerte und Zeiten, die bei dieser bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben werden, sind für eine bestimmte Vorrichtung zur Zuführung von befeuchteten Gasen bestimmt worden. Für andere Vorrichtungen zur Zuführung von befeuchteten Gasen würden geeignete Heizplattentemperaturschwellwerte und -perioden durch Experimente bestimmt werden müssen.

[0092] Bei der Vorrichtung, an der diese Tests und Experimente durchgeführt wurden, haben Tests gezeigt, dass in einem Wassererschöpfungszustand maximale zugeführte Heizeinrichtungsenergie eine Heizplattentemperatur von über 125°C für eine konstante und kontinuierliche Zeit erreicht. Wenn Wasser in der Befeuchterkammer verbleibt, überstieg die Heizplattentemperatur bei vollem Tastverhältnis und unter der höchsten Umgebungsbedingung (32°C) nicht 123°C. Dies ist der ungünstigste Fall für die Sekundärbestimmung, und der Zustand, in dem die Sekundäruntersuchung am wahrscheinlichsten eine falsche Bejahung für einen Wassererschöpfungszustand ergeben würde. Demgemäß ist für diese Vorrichtung gezeigt worden, dass die beschriebene Sekundärbestimmung zuverlässig eine leere Kammer von einer Kammer mit verbleibendem Wasser unterscheidet.

[0093] Die Erfindung ist mit besonderer Bezugnahme auf eine Vorrichtung zur Zuführung von befeuchteten Gasen mit einer Heizplatte, die eine wärmeleitende Basis eines Wasser enthaltenden Behälters berührt, beschrieben worden. Das System der vorliegenden Erfindung kann auch auf andere Befeuchterkonfigurationen angewendet werden. Zum Beispiel kann die Heizeinrichtung des Befeuchters in dem Wasserbehälter angeordnet sein oder mit der Basis oder Wand des Wasserbehälters integriert sein. In beiden Fällen sollte der Temperatursensor für die Sekundärbestimmung sowohl durch den Inhalt des Behälters als auch die Wärmequelle der Heizeinrichtung beeinflusst werden.

[0094] In diesen Fällen würde erwartet werden, dass die Schwelltemperatur für die Sekundärbestimmung niedriger wäre als die experimentell für das AIRVO-Gerät von Fisher & Paykel Healthcare Ltd bestimmte Schwelltemperatur.

[0095] Bei einem Gerät mit einer anderen Heizeinrichtungsanordnung könnte die Heizeinrichtungstemperatur durch einen Thermistor bestimmt werden, der mit dem Heizelement in Kontakt steht oder mit einem wärmeleitenden Substrat in Kontakt steht, das mit dem Heizelement in Kontakt steht. In der Regel gibt es eine maximale Temperatur, die das Substrat für eine gegebene Heizplattenenergie (zum Beispiel maximale Energie) erreicht, wenn sich Wasser in der Kammer befindet, was auf die durch den Siedepunkt von Wasser definierte Grenztemperatur an dieser Grenze zurückzuführen ist. Die der Heizplatte unter diesen Bedingungen zugeführte Wärme wird als latente Verdampfungswärme absorbiert und ergibt keine Temperaturänderung. Bei Fehlen von Wasser verschwindet das latente Wärmeenergieerfordernis, und die überschüssige Energie über der zum Aufrechterhalten von Beharrungstemperaturen erforderlichen ergibt eine Erhöhung der Gastemperatur anstelle der Erzeugung von Wasserdampf.

[0096] Die bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist als der Heizeinrichtung für einen längeren Zeitraum maximale Energie zuführend beschrieben worden. Die Erfindung könnte so implementiert werden, dass eine erste erhöhte Energie der Heizeinrichtung zugeführt wird, um die Heizeinrichtung über die Schwelltemperatur zu bringen, wobei die Energie anschließend auf eine Höhe reduziert wird, die die Temperatur über der Schwelltemperatur hält, aber die Temperatur der Heizplatte nicht weiter erhöht. Dies könnte zum Beispiel durch Verwendung eines geschlossenen Regelkreises auf Grundlage der Heizplattentemperatur erreicht werden und könnte besonders dann geeignet sein, wenn die zur Verfügung stehende Energie, die der Heizplatte zugeführt werden soll, viel größer ist als die zum Halten der Temperatur über dem Schwellwert erforderliche Energie, wobei die Temperatur der Heizeinrichtung über dem Schwellwert zugeführt wird, wenn sich in der Kammer nur Gase befinden.

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 6802314 [\[0004\]](#)

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Aufbereitung eines Gasflusses, umfassend:
eine Heizeinrichtung zur Erwärmung eines Behälters, einen Temperatursensor, der mit der Heizeinrichtung in thermischer Verbindung steht, um die Temperatur der Heizeinrichtung abzutasten,
eine Steuerung, die zum Zuführen von Energie von einer Energieversorgung zur Heizeinrichtung ausgeführt ist, wobei die Steuerung ein Steuerverfahren enthält, das Folgendes umfasst:
Überwachen von Systembedingungen während der Verwendung der Vorrichtung,
Bestimmen eines möglichen Fehlens von Wasser in dem Behälter anhand der überwachten Systembedingungen,
nach einer Bestimmung eines möglichen Fehlens von Wasser Zuführen von Energie von der Energieversorgung zu der Heizeinrichtung, wobei die Energiemenge:
eine Zunahme der zugeführten Energie,
eine maximale Energie von der Energieversorgung der Heizeinrichtung,
eine vorbestimmte Energiemenge von der Energieversorgung der Heizeinrichtung oder
eine Energiemenge für die Heizeinrichtung, die die Heizeinrichtungstemperatur bei Fehlen von Wasser auf eine Temperatur erhöhen würde, die jegliche Temperatur übersteigt, die die Heizeinrichtungstemperatur bei vorhandenem Wasser in der Kammer erreichen würde,
ist,
Überwachen der Ausgabe des Temperatursensors und Reduzieren der von der Energieversorgung der Heizeinrichtung zugeführten Energie, wenn die überwachte Temperatursensorausgabe ein Fehlen von Wasser in dem Behälter anzeigt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Überwachens der Ausgabe des Temperatursensors Bestimmen eines Anstiegs der Heizplattentemperatur umfasst.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Überwachens der Ausgabe des Temperatursensors Vergleichen der Heizeinrichtungstemperatur mit einer Schwelltemperatur und Bestimmen eines Wassererschöpfungszustands, wenn die überwachte Temperatur die vorbestimmte Schwelltemperatur übersteigt, umfasst.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei die Steuerung den Wassererschöpfungszustand bestimmt, wenn die überwachte Temperatur die vorbestimmte Schwelltemperatur um eine vorbestimmte Zeitdauer übersteigt.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Schritt des Zuführens von Energie zur Heizeinrichtung Zuführen einer maximal zur Verfügung stehenden Energie zu der Heizeinrichtung umfasst.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Schritt des Zuführens von Energie zu der Heizeinrichtung Zuführen einer vorbestimmten Energiemenge zu der Heizeinrichtung umfasst.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Schritt des Zuführens von Energie zu der Heizeinrichtung Zuführen einer Energiemenge zu der Heizeinrichtung, die die Heizeinrichtungstemperatur bei Fehlen von Wasser auf eine Temperatur erhöhen würde, die jegliche Temperatur übersteigt, die die Heizeinrichtungstemperatur mit in der Kammer vorhandenem Wasser erreichen würde, umfasst.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Heizeinrichtung eine Heizplatte umfasst und die Vorrichtung Klemme zum Halten einer entfernbaren Kammer gegen die Heizplatte enthält.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei der Temperatursensor an der Heizplatte befestigt ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, die ein Gebläse zur Erzeugung eines Gasflusses und einen Befeuchter enthält, der die Heizeinrichtung und einen Wasserbehälter enthält, wobei ein Auslass des Gebläses zu einem Einlass des Befeuchters führt.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Steuerung Systembedingungen während der Verwendung der Vorrichtung, darunter Überwachung der Temperatur von den Behälter verlassenden Gasen und Überwachung von der Heizeinrichtung zugeführter Energie, überwacht und einen möglichen Wassererschöpfungszustand auf Grundlage einer Funktion der Temperatur von den Befeuchter verlassenden Gasen und der Heizeinrichtung zugeführter Energie bestimmt.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei die Funktion ein Verhältnis der Gastemperatur zu der Heizplattenenergie umfasst.

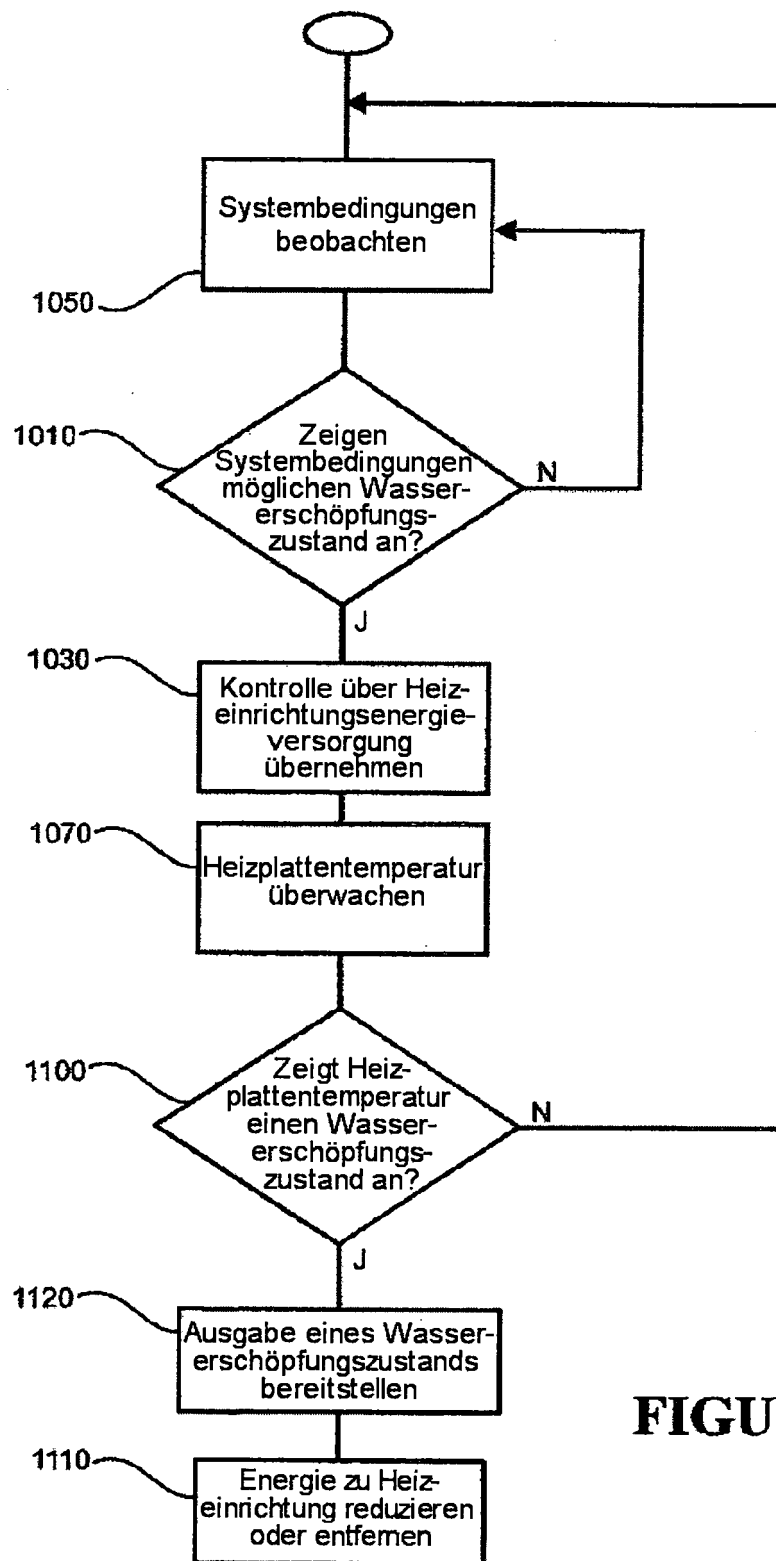
13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, wobei die Steuerung ein mögliches Fehlen von Wasser im Behälter durch Vergleichen des Ergebnisses der Funktion mit einem vorbestimmten Schwellwert bestimmt.

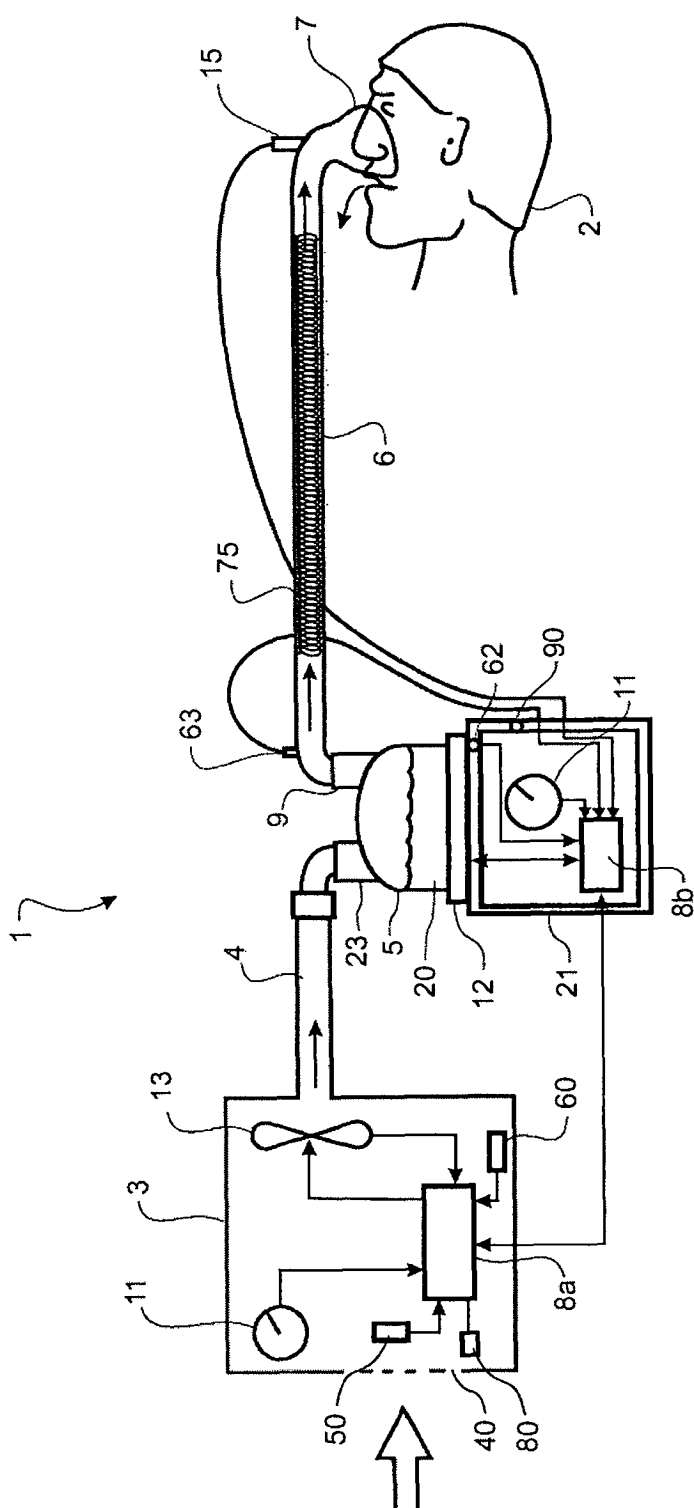
14. Vorrichtung zur Aufbereitung eines Gasflusses, die Folgendes umfasst:
einen Befeuchter, der einen Behälter und eine Heizeinrichtung zum Erwärmen des Behälters enthält, einen Temperatursensor, der mit der Heizeinrichtung in thermischer Verbindung steht, um die Temperatur der Heizeinrichtung abzutasten,
eine Steuerung, die zum Zuführen von Energie von einer Energieversorgung zur Heizeinrichtung ausgeführt ist, wobei die Steuerung ein Steuerverfahren enthält, das Folgendes umfasst:
Überwachen von Systembedingungen während der Verwendung der Vorrichtung,
Bestimmen eines möglichen Fehlens von Wasser in dem Behälter anhand der überwachten Systembedingungen, nach einer Bestimmung eines möglichen Fehlens von Wasser
Zuführen einer maximal zur Verfügung stehenden Energie von der Energieversorgung zu der Heizeinrichtung,
Überwachen der Ausgabe des Temperatursensors,
Bestimmen eines Wassererschöpfungszustands, wenn die Ausgabe des Temperatursensors einen vorbestimmten Schwellwert für eine vorbestimmte Zeitdauer übersteigt,
anschließend Reduzieren der von der Energieversorgung der Heizeinrichtung zugeführten Energie und
Bereitstellen einer den Wassererschöpfungszustand anzeigenden Ausgabe.

15. Vorrichtung zur Aufbereitung eines Gasflusses wie hier unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben.

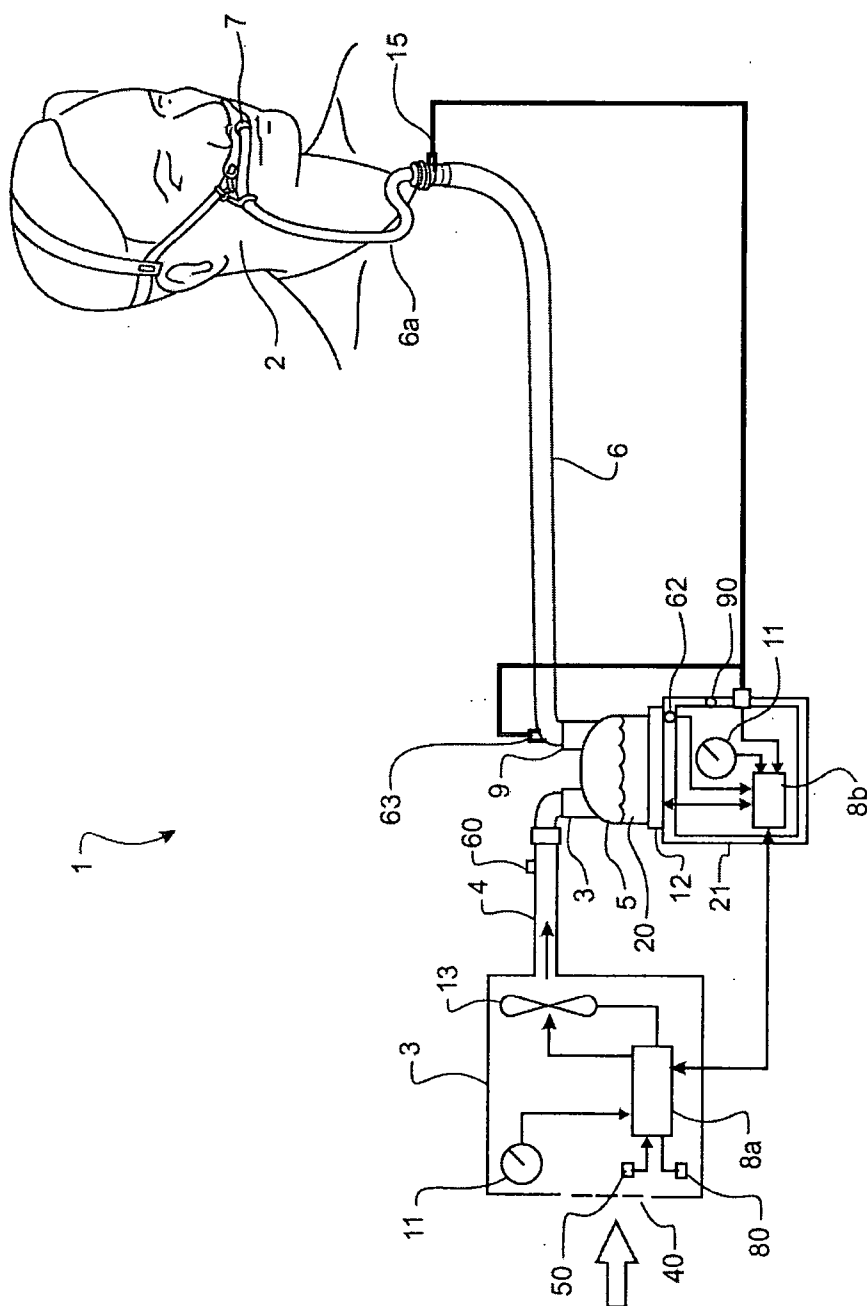
Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

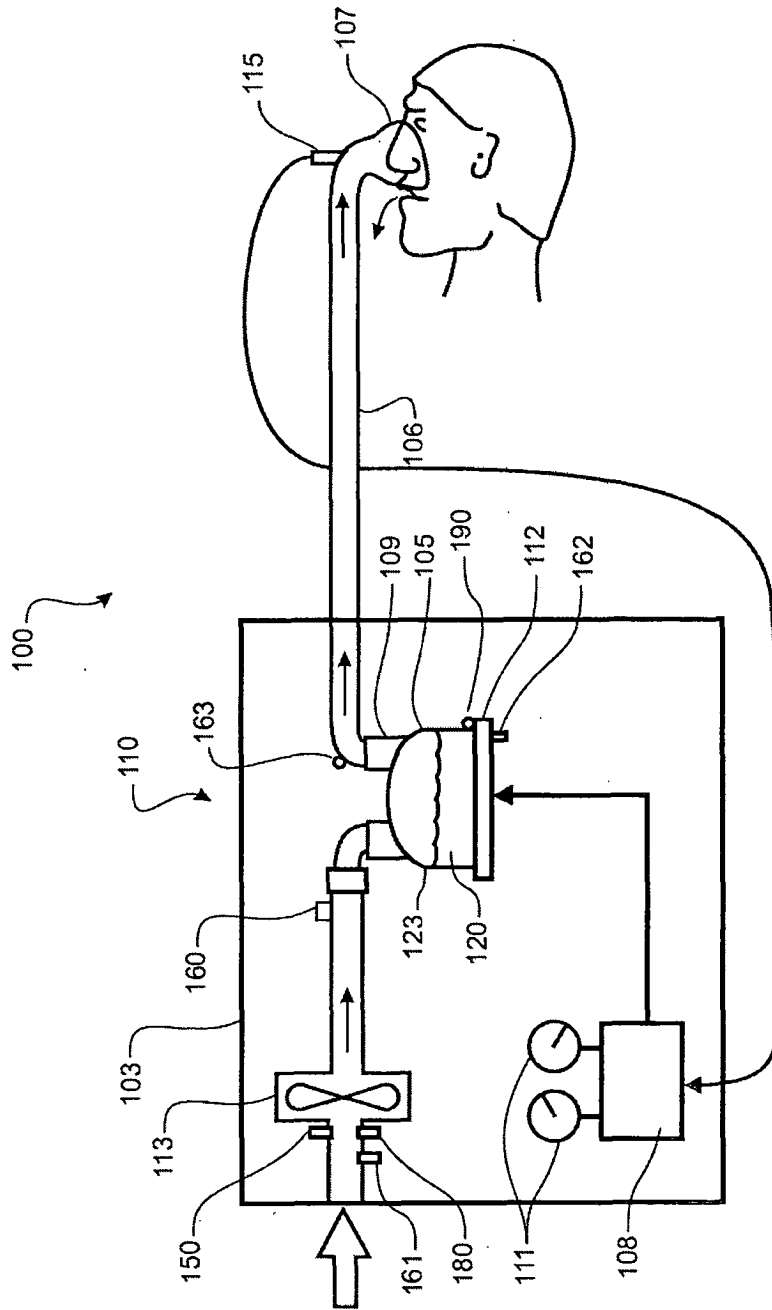
**FIGUR 1**



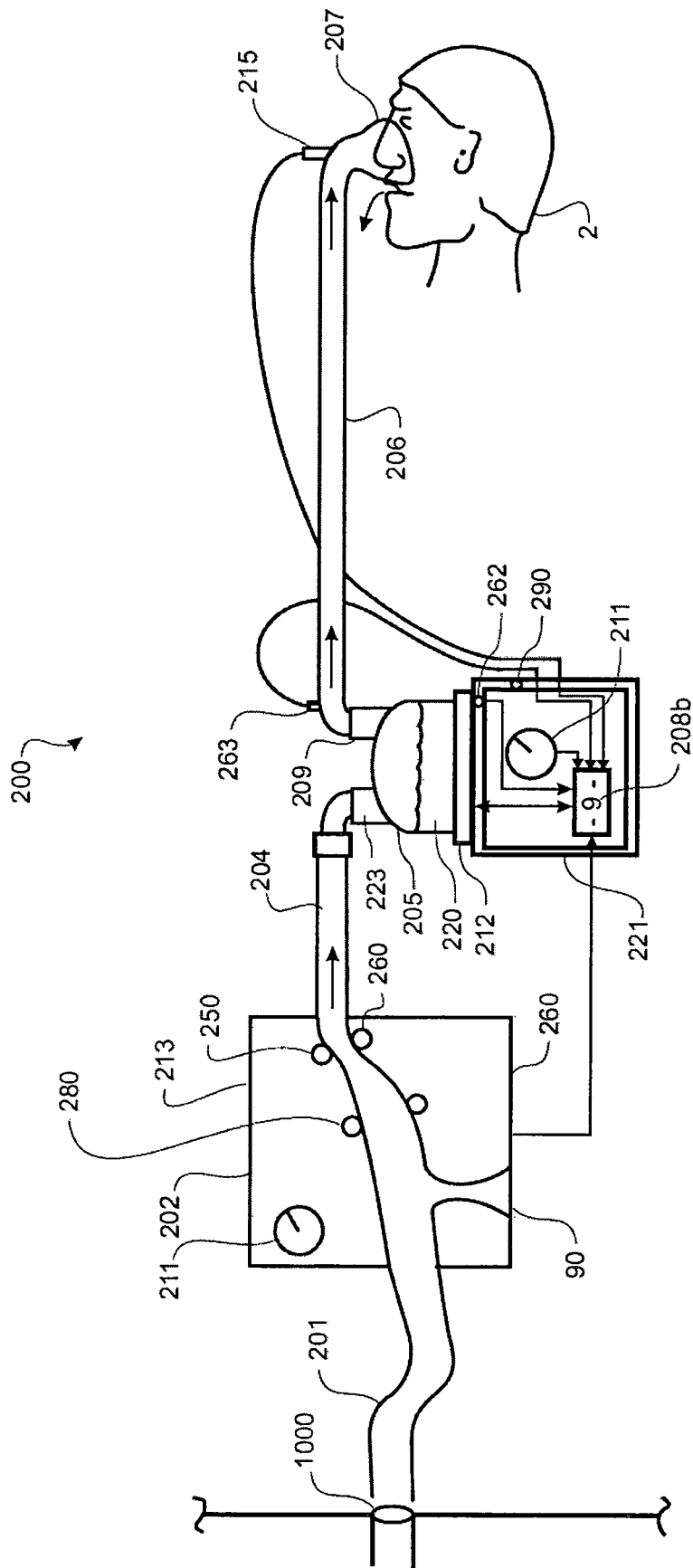
FIGUR 2a



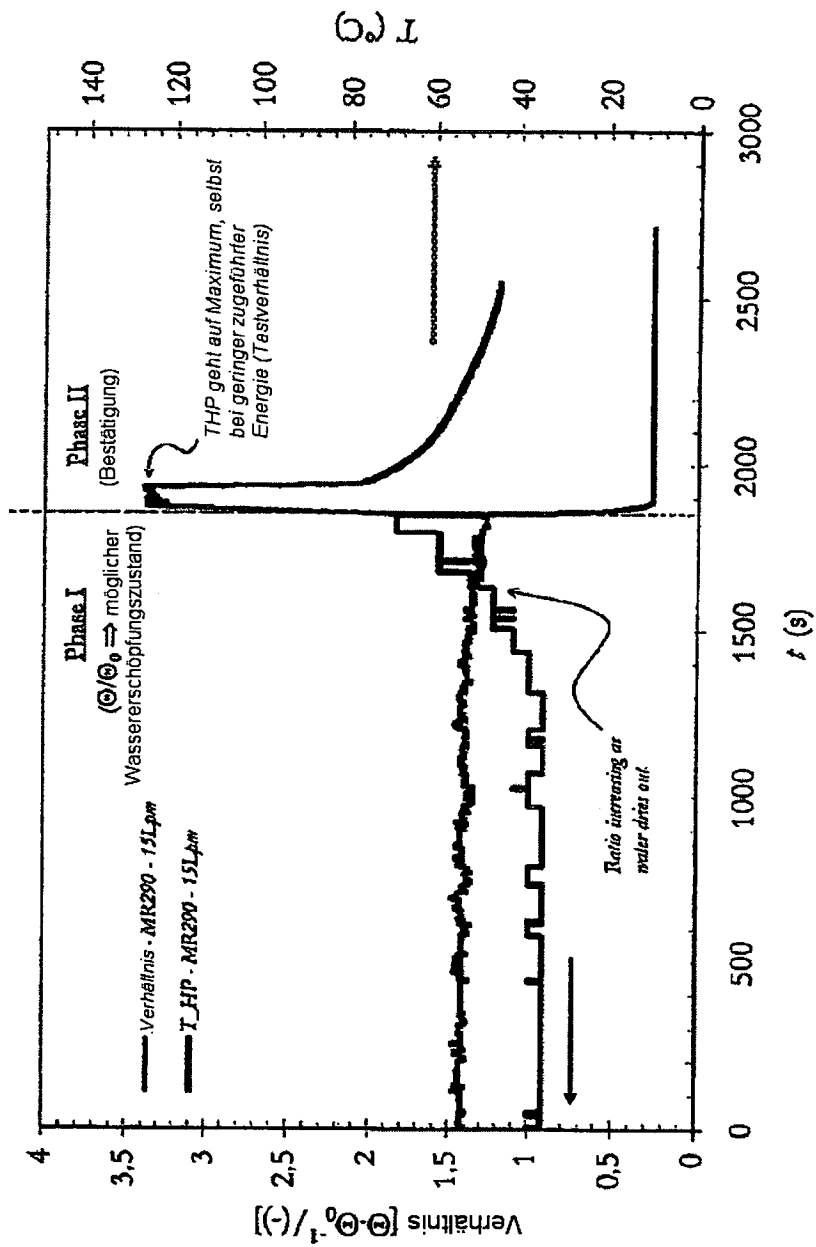
FIGUR 2b



FIGUR 3

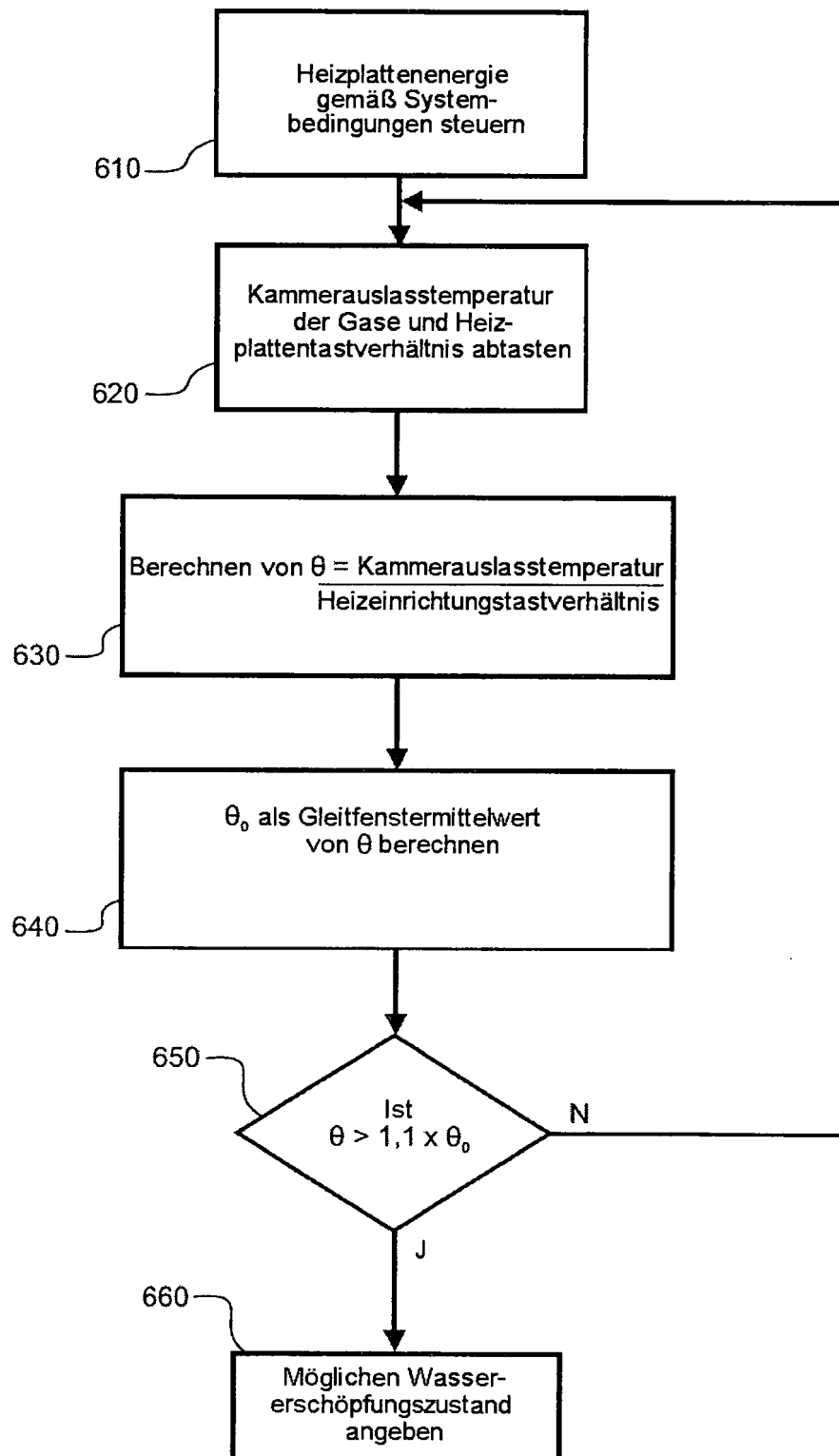


FIGUR 4

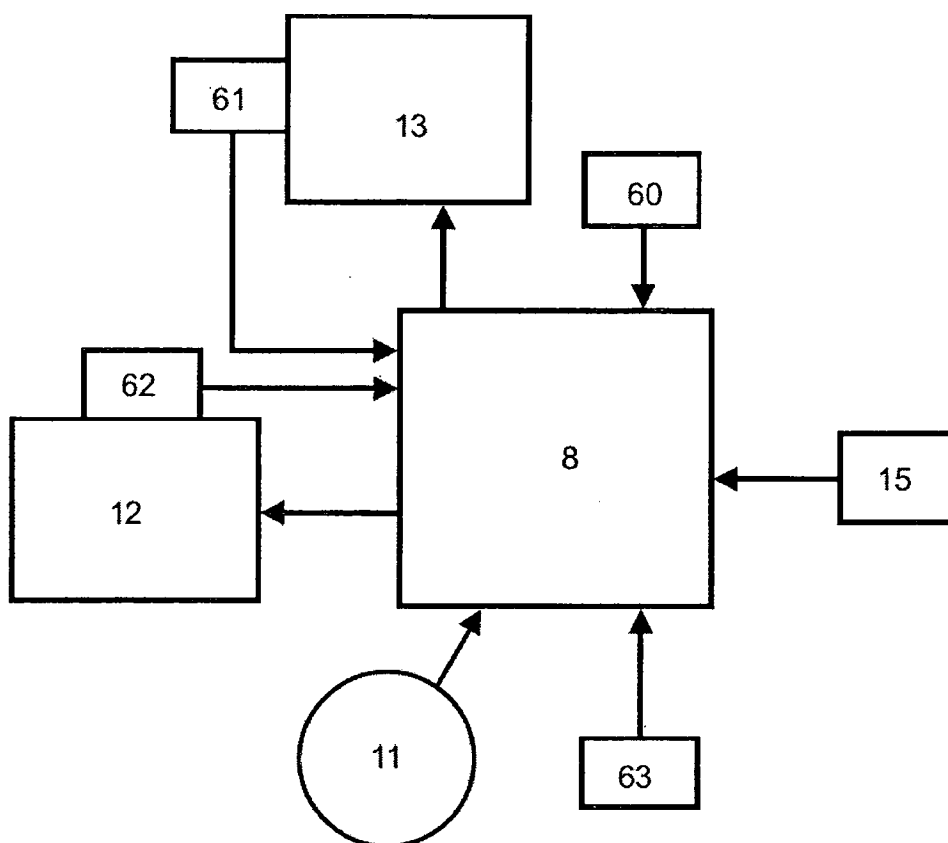


Das normalisierte Verhältnis Θ/Θ_0 und T_{HP} um die Übergangsperiode zu einem Wasserschöpfungszustand ($t = 1300$ s bis 1850 s).

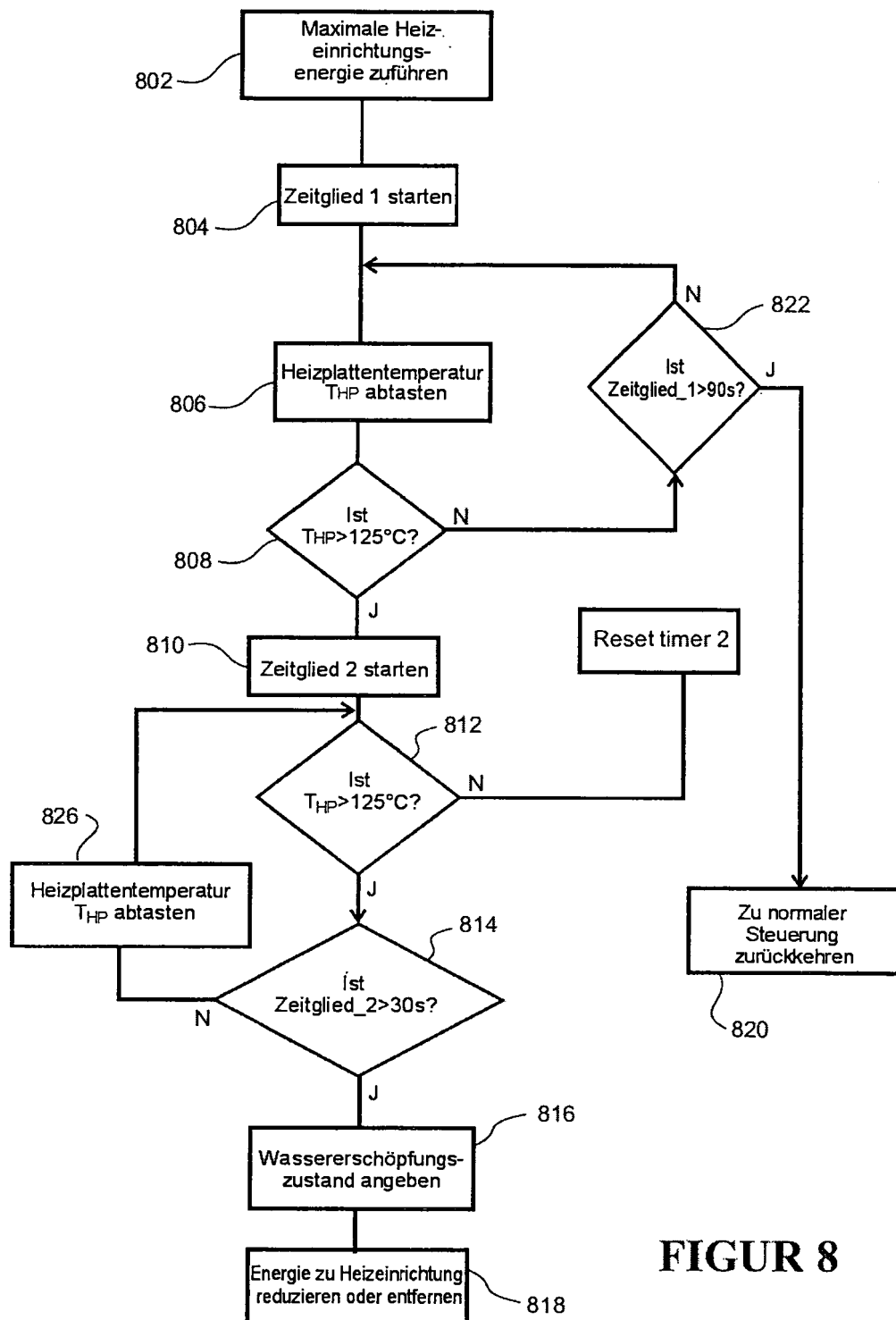
FIGUR 5



FIGUR 6



FIGUR 7



FIGUR 8