



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.03.2015 Patentblatt 2015/11

(51) Int Cl.:
A61M 16/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13183413.7**

(22) Anmeldetag: **06.09.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

• **Eger, Marcus**
23558 Lübeck (DE)

(74) Vertreter: **UEXKÜLL & STOLBERG**
Patentanwälte
Beselerstrasse 4
22607 Hamburg (DE)

(71) Anmelder: **Dräger Medical GmbH**
23558 Lübeck (DE)

Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(72) Erfinder:
• **Kahl, Lorenz**
23558 Lübeck (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Erzeugen eines Steuersignals für ein Beatmungsgerät**

(57) Dargestellt und Beschrieben ist ein Verfahren zum Erzeugen eines Steuersignals für ein Beatmungsgerät sowie eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens, wobei dies die folgenden Schritte umfasst: Erfassen eines Elektromyogramm-Signals, das zeitlich aufeinanderfolgende Signalwerte umfasst, Transformieren des Elektromyogramm-Signals in ein Bewertungssignal durch Anwenden einer Bewertungsfunktion auf das Elektromyogramm-Signal, wobei beim Transformieren einem Signalwert des Elektromyogramm-Signals ein Signalwert des Bewertungssignals zugewiesen wird, wobei die Bewertungsfunktion durch einen Hauptparametersatz bestimmt ist, sodass der

Hauptparametersatz festlegt, welchem Signalwert des Elektromyogramm-Signals beim Transformieren bei Anwendung der Bewertungsfunktion welcher Signalwert des Bewertungssignals zugewiesen wird, und wobei die Höhe des Signalwerts des Bewertungssignals angibt, ob das Elektromyogramm-Signal einem ersten Zustand oder einen zweiten Zustand entspricht, und Generieren eines Steuersignals aus zeitlich aufeinander folgenden Signalwerten, das angepasst ist, ein Beatmungsgerät in eine Inspirationsbetriebsart zu schalten, wenn das Bewertungssignal dem ersten Zustand entspricht, und in eine Expirationsbetriebsart zu schalten, wenn das Bewertungssignal dem zweiten Zustand entspricht.

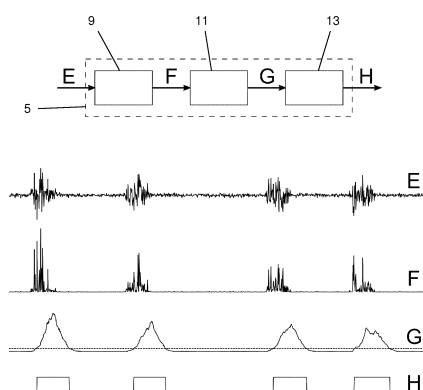


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Erzeugen eines Steuersignals für ein Beatmungsgerät.

[0002] Mit einem derartigen Verfahren kann ein Beatmungsgerät, mit dessen Hilfe ein Patient künstlich beatmet wird, angesteuert werden, wobei aus einem Messsignal, das am Patienten gewonnen wird, ein Steuersignal erzeugt wird, das das Beatmungsgerät zwischen einer Inspirationsphase, in der dem Patienten Atemluft zugeführt wird, und einer Expirationsphase, bei der der Patient ausatmet, hin und hergeschaltet wird. Aus dem Messsignal wird dabei bestimmt, wann der Patient von sich aus, wenn auch unzureichend, Anstrengungen unternimmt, einzusatmen bzw. dies unterlässt, um auszuatmen.

[0003] Aus dem Stand der Technik ist es dazu bereits bekannt, Strömungssensoren zu verwenden, die den Volumenstrom in einem Schlauchabschnitt zwischen dem Beatmungsgerät und dem Patienten erfassen, und je nach Richtung und Größe dieses Volumenstroms wird das Beatmungsgerät dann in die Inspirations- bzw. die Expirationsphase geschaltet.

[0004] Eine derartige Vorgehensweise ist jedoch nachteilhaft, weil es für ein Umschalten erforderlich ist, dass der Patient eine vergleichsweise hohe Anstrengung unternommen haben muss, um eine messbare Änderung des Volumenstroms hervorzurufen, die dann dazu führt, dass das Beatmungsgerät umgeschaltet wird. Ein weiterer Nachteil ist, dass die Umschaltung erst dann erfolgt, wenn der Patient bereits Anstrengungen unternommen und die Atmung nicht schon zu einem früheren Zeitpunkt unterstützt.

[0005] Vor diesem Hintergrund ist es wünschenswert, statt des Volumenstromsignals ein anderes physiologisches Signal zur Steuerung des Beatmungsgeräts zu verwenden, das deutlich sensitiver auf den Beginn der Atemanstrengungen ist als ein Volumenstromsignal.

[0006] Hierzu ist es aus dem Stand der Technik wie beispielsweise der EP 1 056 499 B1 oder U.S. 4,915,103 bereits bekannt, das Elektromyogramm-Signal zu verwenden, wobei hier jedoch das Problem auftritt, dass das mit Elektroden auf der Körperoberfläche oder, wie in der EP 1 056 499 B1 offenbart, mit einer Elektrode in der Luftröhre erfasste Signal, einen erheblichen Anteil an Störungen aufweist. Außerdem sind die Potentiale, die dabei erfasst werden und mit denen atmungsrelevante Muskeln angeregt werden, sehr klein. Insbesondere im Vergleich zu den Herzsignalen (EKG-Signale) sind diese Signale um Größenordnungen kleiner, sodass die Herzsignale maßgebliche Artefakte darstellen.

[0007] Daher bedarf es großer Anstrengungen, um in dem Elektromyogramm-Signal den Übergang zwischen einer Phase, bei der keine Anstrengungen durch den Patienten vorliegen und die die Expirationsphase widerspiegelt, und einer Inspirationsphase, bei der die für die Atmung relevanten Muskeln angeregt werden, zu detek-

tieren. Allerdings bietet das Elektromyogramm-Signal, das sensitiv ist auf eine Änderung der Anregungspotentiale für die atmungsrelevanten Muskeln, den großen Vorteil, dass mit diesem Signal der Beginn der Atemanstrengungen sehr gut erfasst werden kann.

[0008] Der Stand der Technik liefert jedoch keine zuverlässigen Verfahren, mit denen in einem Elektromyogramm-Signal, aufgenommen im Bereich der atmungsrelevanten Muskeln, eine Unterscheidung zwischen der Inspirationsphase und der Expirationsphase gemacht werden kann und darauf basierend ein Beatmungsgerät angesteuert werden kann.

[0009] Daher ist es ausgehend vom Stand der Technik die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erzeugen eines Steuersignals für ein Beatmungsgerät auf der Grundlage eines Elektromyogramm-Signals bereitzustellen, das den Übergang zwischen Inspirations- und Expirationsphase zuverlässig bestimmt.

[0010] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den folgenden Schritten gelöst:

- Erfassen eines Elektromyogramm-Signals, das zeitlich aufeinanderfolgende Signalwerte umfasst,
- Transformieren des Elektromyogramm-Signals in ein Bewertungssignal durch Anwenden einer Bewertungsfunktion auf das Elektromyogramm-Signal, wobei beim Transformieren einem Signalwert des Elektromyogramm-Signals ein Signalwert des Bewertungssignals zugewiesen wird, wobei die Bewertungsfunktion durch einen Hauptparametersatz bestimmt ist, sodass der Hauptparametersatz festlegt, welchem Signalwert des Elektromyogramm-Signals beim Transformieren bei Anwendung der Bewertungsfunktion welcher Signalwert des Bewertungssignals zugewiesen wird, und wobei die Höhe des Signalwerts des Bewertungssignals angibt, ob das Elektromyogramm-Signal einem ersten Zustand oder einen zweiten Zustand entspricht, und
- Generieren eines Steuersignals aus zeitlich aufeinanderfolgenden Signalwerten, das angepasst ist, ein Beatmungsgerät in eine Inspirationsbetriebsart zu schalten,

[0011] wenn das Bewertungssignal dem ersten Zustand entspricht, und in eine Expirationsbetriebsart zu schalten, wenn das Bewertungssignal dem zweiten Zustand entspricht.

[0012] Analog weist die erfindungsgemäße Vorrichtung neben einem Signaleingang zum Erfassen des Elektromyogramm-Signals die entsprechenden Mittel auf, um die zuvor genannten Verfahrensschritte auszuführen.

[0013] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren bzw. mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird für jeden

Signalwert des Elektromyogramm-Signals ein Signalwert eines Bewertungssignals durch Anwenden einer Bewertungsfunktion bestimmt, die wiederum durch einen Hauptparametersatz festgelegt ist, sodass der Signalwert des Bewertungssignals eindeutig über den Hauptparametersatz definiert ist. Der Signalwert des Bewertungssignals ist ein Maß dafür, ob der fragliche Signalwert der Einatemphase oder der Ausatemphase zuzuordnen ist.

[0014] Die Bewertungsfunktion kann dabei insbesondere eine Funktion des Verhältnisses der Wahrscheinlichkeiten $P_I(x)$, $P_E(x)$ sein, dass der fragliche Signalwert x zu der Inspirationsphase und zu der Ausatemphase gehört, wobei es besonders bevorzugt ist, wenn hier der Logarithmus des Quotienten $\lg(P_I(x)/P_E(x))$ dieser Wahrscheinlichkeiten verwendet wird. Die Werte für $P_I(x)$ und $P_E(x)$ bzw. der Quotient aus dem Logarithmus bildet dann zumindest teilweise den Hauptparametersatz, und in diesem Fall weist die Bewertungsfunktion den Signalwerten x den entsprechenden Wert für den Logarithmus aus dem Quotienten der Wahrscheinlichkeiten $P_I(x)$, $P_E(x)$ zu.

[0015] Ist die Wahrscheinlichkeit $P_I(x)$ für die Inspirationsphase größer als die für die Exspirationsphase $P_E(x)$, ist der Quotient größer 1, sodass der Logarithmus größer 0 ist. Umgekehrt ist die Bewertungsfunktion kleiner 0, wenn die Wahrscheinlichkeit $P_E(x)$ dafür, dass der Wert x zu der Exspirationsphase gehört, größer ist als die Wahrscheinlichkeit $P_I(x)$ dafür, dass er in der Inspirationsphase erfasst wird, da dann der Quotient $(P_I(x)/P_E(x))$ kleiner 1 ist. Daher kann durch einen anschließenden Schwellwertvergleich mit dem Schwellwert Null in einfacher Weise bestimmt werden, ob die Inspirations- oder die Exspirationsphase vorliegt.

[0016] Die Transformation unter Verwendung einer Bewertungsfunktion schafft insgesamt die Möglichkeit, dass die erfassten Signalwerte danach bewertet werden, zu welcher der beiden Phase sie gehören. Der Parametersatz kann dabei an den jeweiligen Patienten und die Bedingungen, unter denen das Elektromyogramm-Signal erfasst wird, angepasst sein. Insbesondere wird die Möglichkeit geschaffen, auch während des laufenden Verfahrens den Parametersatz an sich ändernde Bedingungen anzupassen. In jedem Fall wird durch den variablen Parametersatz aber erreicht, dass das Verfahren ein Steuersignal nicht beispielsweise einfach auf der Grundlage eines Vergleichs mit einem fest vorgegebenen Schwellwerts generiert, sondern flexibel arbeiten kann.

[0017] Insbesondere kann die vorliegende Erfindung auch in der Weise zur Anwendung kommen, dass dadurch ein Verfahren zum Beatmen eines Patienten realisiert wird, bei dem am Patienten ein Elektromyogramm-Signal erfasst wird, und auf der Grundlage dieses Signals ein an den Patienten angeschlossenes Beatmungsgerät in der zuvor beschriebenen Weise mit so generierten Steuersignal angesteuert wird.

[0018] Ferner ist es bevorzugt, wenn entweder das

Elektromyogramm-Signal oder das durch Transformieren erzeugte Bewertungssignal geglättet werden. Dies kann in der Weise erfolgen, dass jeder Signalwert des Elektromyogramm-Signals oder des Bewertungssignals als vorgegebener Signalwert behandelt wird und dass jeder vorgegebene Signalwert des Elektromyogramm-Signals oder des Bewertungssignals ersetzt wird durch einen Mittelwert aus Signalwerten des jeweiligen Signals, die den vorgegebenen Signalwert umfassen können und eine erste Anzahl von zeitlich vor dem bestimmten Signalwert liegenden Signalwerten umfassen.

[0019] Durch eine solche Glättung werden Spitzen in dem jeweiligen Signal beseitigt. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass unter dem Begriff "Mittelwert" nicht nur das arithmetische Mittel verstanden werden soll. Vielmehr wird durch diesen Begriff auch erfasst, dass der Mittelwert in der Weise gebildet werden kann, dass die einzelnen Signalwerte aus der ersten Anzahl unterschiedlich gewichtet in die Bildung des Mittelwerts eingehen. Darüber hinaus sollen unter den Begriff "Mittelwert" im Sinne der vorliegenden Anmeldung auch solche Werte fallen, die durch Anwendung nichtlinearer Glättungsmethoden wie Rangordnungsfilter oder Medianfilter gewonnen werden.

[0020] Bei dieser bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird so vorgegangen, dass die Signalwerte des Elektromyogramm-Signals oder des Bewertungssignals in der Weise bearbeitet werden, dass sie in der Reihenfolge, in der sie erfasst bzw. für die Signalwerte des Bewertungssignals die entsprechenden Elektromyogramm-Signale erfasst wurden, als vorgegebene Signalwerte behandelt werden. Für jeden vorgegebenen Signalwert wird dann aus einer ersten Anzahl von zeitlich vor dem vorgegebenen Signalwert erfassten Signalwerten ein Mittelwert gebildet und der vorgegebene Signalwert durch diesen Mittelwert ersetzt.

[0021] Das bedeutet, dass die erste Anzahl von Signalwerten aus Werten besteht, für die die zuvor beschriebene Mittelwertbildung schon durchgeführt wurde. Dies kann mit dem Nachteil verbunden sein, dass bei einer Anwendung dieses Glättungsverfahrens auf das Bewertungssignal ein Anstieg oder ein Abfall des geglätteten Signals dort erst verzögert auftritt. Dies ergibt sich dadurch, dass ein vorgegebener Signalwert nach der Glättung und dem Ersetzen durch den Mittelwert erst dann in seinem Wert ansteigt, wenn die zeitlich vor diesem vorgegebenen Signalwert liegenden Werte auch schon erhöht sind, damit sich dies entsprechend bei dem Mittelwert auswirkt.

[0022] Um dieses Problem zumindest teilweise zu beseitigen, kann der Mittelwert in der Weise gebildet werden, dass zeitlich nahe an dem vorgegebenen Signalwert liegende Werte stärker gewichtet in die Mittelwertbildung eingehen als solche aus der ersten Anzahl von Signalwerten, die zeitlich weiter vor dem vorgegebenen Signalwert liegen.

[0023] In bevorzugter Weise liegt der Hauptparametersatz als Tabelle vor, d.h. die Vorrichtung ist auch ent-

sprechend ausgestaltet, den Hauptparametersatz als eine Tabelle zu speichern, in der für jeden möglichen Signalwert des Elektromyogramm-Signals der zugewiesene Signalwert für das Bewertungssignal enthalten ist, und wobei bei der Anwendung der Bewertungsfunktion einem Signalwert des Elektromyogramm-Signals der der Tabelle entsprechende Wert als Signalwert des Bewertungssignals zugewiesen wird.

[0024] Eine solche Tabelle ermöglicht zum einen eine schnelle Verarbeitung des kontinuierlich erfassten Elektromyogramm-Signals. Zum anderen kann die Tabelle leicht überschrieben werden, wenn sich während des Durchlaufs des Verfahrens bei der Steuerung des Beatmungsgeräts die Bedingungen geändert haben, sodass die Zuordnung der Signalwerte zu der Inspirationsphase und zu der Expirationsphase eine andere ist.

[0025] Ferner ist es bevorzugt, wenn beim Generieren des Steuersignals jeder Signalwert des Bewertungssignals mit einem Schwellwert verglichen wird, wobei das Steuersignal einen ersten Steuerwert annimmt, wenn der Signalwert des Bewertungssignals oberhalb des Schwellwerts liegt, und wobei das Steuersignal einen zweiten Steuerwert annimmt, wenn der Signalwert des Bewertungssignals unterhalb des Schwellwerts liegt.

[0026] Auf diese Weise kann das Steuersignal einfach und schnell generiert werden. Der Schwellwert kann dabei an die Bewertungsfunktion angepasst sein. Beispielsweise ist der Schwellwert gleich Null, wenn als Bewertungsfunktion der Logarithmus aus dem Quotient der Wahrscheinlichkeiten $P_I(x)$, $P_E(x)$ dafür genommen wird, dass der Signalwert x des Elektromyogramm-Signals zur Inspirationsphase oder zur Expirationsphase gehört. Trotzdem kann das Verfahren durch Adaptieren des Hauptparametersatzes an geänderte Bedingungen angepasst werden. Diese Möglichkeit führt aber nicht dazu, dass die Generierung des Steuersignals verlangsamt wird.

[0027] Wie bereits erläutert, ist es bevorzugt, dass bei Anwendung der Bewertungsfunktion auf Signalwerte x aus einem Intervall um einen Basiswert ein Signalwert des Bewertungssignals zugewiesen wird, der eine Funktion des Verhältnisses der Wahrscheinlichkeit $P_I(x)$, dass der Signalwert x dem ersten Zustand entspricht, zu der Wahrscheinlichkeit $P_E(x)$, dass der Signalwert x dem zweiten Zustand entspricht, ist. Bei dieser Funktion kann es sich in weiter bevorzugter Weise um den Logarithmus handeln, was dann dazu führt, dass, wie bereits erläutert, der Wert Null ein geeigneter Schwellwert ist, sodass die Generierung des Steuersignals einfach zu handhaben ist.

[0028] Außerhalb des fraglichen Intervalls für die Signalwerte des Elektromyogramm-Signals um den Basiswert kann die Bewertungsfunktion derart definiert sein, dass hier ein konstanter Wert oder zunächst linear ansteigende Werte und dann ein konstanter Wert verwendet wird.

[0029] Schließlich ist in diesem Zusammenhang noch anzumerken, dass es bei der Durchführung des erfin-

dungsgemäßen Verfahrens auch möglich ist, dass vor dem Schritt des Transformierens das Elektromyogramm-Signal in der Weise bearbeitet wird, dass ein konstanter Untergrund abgezogen wird, damit das so bearbeitete Signal anschließend um Null variiert. In einem solchen Fall oder dem Fall, dass das Elektromyogramm-Signal von sich aus um Null variiert, ist der Basiswert in diesem Zusammenhang gleich Null.

[0030] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens bzw. der entsprechenden Vorrichtung wird der Hauptparametersatz kontinuierlich neu bestimmt und damit während des Durchlaufs des Verfahrens bzw. des Betriebs der Vorrichtung immer wieder neu an die Bedingungen angepasst. Dabei werden in dieser Ausführungsform parallel zum Transformieren des Elektromyogramm-Signals und dem Generieren des Steuersignals noch die folgenden Schritte durchgeführt:

- Transformieren eines Analyseabschnitts des Elektromyogramm-Signals in ein zweites Bewertungssignal durch Anwenden der Bewertungsfunktion auf den Analyseabschnitt, wobei beim Transformieren einem Signalwert des Analyseabschnitts ein Signalwert des zweiten Bewertungssignals zugewiesen wird, wobei die Bewertungsfunktion durch einen Analyseparametersatz bestimmt ist, sodass der Analyseparametersatz festlegt, welchem Signalwert des Analyseabschnitts beim Transformieren bei Anwendung der Bewertungsfunktion welcher Signalwert des zweiten Bewertungssignals zugewiesen wird, und wobei die Höhe des Signalwerts des zweiten Bewertungssignals angibt, ob der korrespondierende Signalwert des Analyseabschnitts einem ersten Zustand oder einen zweiten Zustand entspricht,
- Bestimmen einer ersten Häufigkeitsverteilung für die Signalwerte aus den Teilen des Analyseabschnitts, für die das zweite Bewertungssignal angibt, dass der erste Zustand vorliegt,
- Bestimmen einer zweiten Häufigkeitsverteilung für die Signalwerte aus den Teilen des Analyseabschnitts, für die das zweite Bewertungssignal angibt, dass der zweite Zustand vorliegt,
- Bestimmen eines erneuerten Parametersatzes aus den Häufigkeitsverteilungen und
- Übergeben des erneuerten Parametersatzes als Hauptparametersatz.

[0031] Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind dann die entsprechenden Mittel vorgesehen. Demnach wird parallel zu der Transformation des Elektromyogramm-Signals und zu dem Generieren des Steuersignals der der Transformation zugrundeliegende Hauptparametersatz in der Weise bestimmt, dass auch hierfür

das Elektromyogramm-Signal, und zwar ein Abschnitt davon, nämlich der Analyseabschnitt, zunächst in ein zweites Bewertungssignal transformiert wird. Dann werden in dem Analyseabschnitt diejenigen Abschnitte bestimmt, in denen der erste Zustand, also die Inspirationsphase, vorliegt, und diejenigen Abschnitte, in denen der zweite Zustand, also die Expirationsphase, gegeben ist. Schließlich werden die Abschnitte separat analysiert.

[0032] Dies geschieht in der Weise, dass die schon beschriebene Bewertungsfunktion, die in diesem Fall durch einen Analyseparametersatz bestimmt ist, auf die Signalwerte des Analyseabschnitts angewandt wird. Hierbei wird vorzugsweise für die Bewertungsfunktion ein Standardparametersatz oder der gerade aktuelle Hauptparametersatz als Analyseparametersatz verwendet. Dabei kann ein Standardparametersatz in der Weise ermittelt werden, dass zunächst die Magnitude des Eingangssignals über einen Zeitraum bestimmt wird, der deutlich größer als der Kehrwert der Atemfrequenz ist. Diese Magnitude wird stark geglättet und anschließend mit dem Eingangssignal verglichen. Der Standardparametersatz wird nun so festgelegt, dass Signalwerte mit einer Magnitude unterhalb der geglätteten Magnitude der Expirationsphase zugeordnet werden, während Signalwerte mit einer Magnitude oberhalb der geglätteten Magnitude der Inspirationsphase zugeordnet werden.

[0033] Anschließend werden in weiter bevorzugter Weise diejenigen Signalwerte des Analyseabschnitts bestimmt, für die der Signalwert des Bewertungssignals oberhalb einer Schwelle liegt, und diejenigen, für die der Signalwert unterhalb der Schwelle liegt.

[0034] Die Signalwerte des Analyseabschnitts, bei denen der entsprechende Signalwert des Bewertungssignals die Schwelle überschreitet, werden als zu dem ersten Zustand, nämlich der Inspirationsphase, gehörig markiert, während diejenigen Signalwerte des Analyseabschnitts, bei denen die Signalwerte des zweiten Bewertungssignals unterhalb der Schwelle liegen, als zu dem zweiten Zustand, also der Expirationsphase, zugehörig markiert werden.

[0035] Anschließend wird separat für diejenigen Signalwerte des Analyseabschnitts, die als zu dem ersten Zustand und damit der Inspirationsphase zugehörig markiert wurden, eine Auswertung durchgeführt, bei der eine erste Häufigkeitsverteilung für die Signalwerte erstellt wird. Diese erste Häufigkeitsverteilung ist dann proportional zu der Wahrscheinlichkeit $P_I(x)$, dass ein Signalwert x zu der Inspirationsphase gehört. In gleicher Weise wird für diejenigen Signalwerte, die als zu dem zweiten Zustand, also der Expirationsphase, zugehörig markiert worden sind, eine zweite Häufigkeitsverteilung erstellt, die dann ein Maß für die Wahrscheinlichkeit $P_E(x)$ angibt, dass ein Signal x zu der Expirationsphase gehört.

[0036] Aus der ersten und zweiten Häufigkeitsverteilung kann dann ein erneuerter Parametersatz bestimmt werden, wobei dies in besonders bevorzugter Weise dadurch erfolgt, dass der erneuerte Parametersatz als Tabelle aufgebaut ist, die jedem möglichen Signalwert des

Elektromyogramm-Signals einen Signalwert des zweiten Bewertungssignals zuweist, wobei für einen Signalwert y des Elektromyogramm-Signals, der in einem Intervall um einen Basiswert liegt, der zugewiesene Signalwert der Tabelle eine Funktion des Verhältnisses des Wertes der ersten Häufigkeitsverteilung für den Signalwert x zu dem Wert der zweiten Häufigkeitsverteilung für den Signalwert x ist. Wenn bei dem Elektromyogramm-Signal vor der weiteren Verarbeitung zunächst ein konstanter Untergrund abgezogen wird, ist der Basiswert auch hier Null. Bei der Funktion des Quotienten kann es sich aus den bereits beschriebenen Gründen um den Logarithmus handeln.

[0037] Schließlich kann die Tabelle in weiter bevorzugter Weise als zugewiesenen Signalwert für Signalwerte x des Analyseabschnitts bzw. des Elektromyogramm-Signals aus einem Randintervall, das außerhalb des Intervalls liegt, einen konstanten Wert enthalten.

[0038] Außerdem kann in weit vom Basiswert entfernten Bereichen, in denen aufgrund von sehr seltenen Eintrittswahrscheinlichkeiten auch nur ungenaue Schätzungen der Häufigkeitsverteilungen vorliegen, der Parametersatz durch vereinfachte Funktionsverläufe, z.B. Konstanten, lineare Funktionen oder andere einfache Funktionen ersetzt bzw. abgeschätzt werden.

[0039] Wenn dieser Prozess für einen vorgegebenen Analyseabschnitt abgeschlossen ist, kann der so erstellte erneuerte Parametersatz als Hauptparametersatz verwendet bzw. entsprechend übergeben werden.

[0040] Diese Vorgehensweise schafft die Möglichkeit, kontinuierlich den Hauptparametersatz, der bei der Erzeugung des Steuersignals verwendet wird, immer weiter zu optimieren oder an Veränderungen des Patienten anzupassen, die sich beispielsweise dadurch ergeben können, dass sich das Elektromyogramm-Signal durch eine Bewegung des Patienten ändert bzw. verschiebt.

[0041] Daher ist es auch, wie schon erwähnt, bevorzugt, dass bei der Bestimmung des Parametersatzes in einem Analyseabschnitt des Elektromyogramm-Signals zunächst der Hauptparametersatz für die Bewertungsfunktion und die Zuordnung der einzelnen Teile des Analyseabschnitts zur Expirations- bzw. Inspirationsphase verwendet wird. Somit wird dann eine iterative Vorgehensweise implementiert.

[0042] Schließlich kann die Zuordnung der Signalwerte des Analyseabschnitts zu dem ersten und dem zweiten Zustand durch ein Analysesignal erfolgen. Dabei weist die Vorrichtung vorzugsweise entsprechende Mittel zur Erzeugung eines solchen Analysesignals auf. Dieses Analysesignal, das für jeden Signalwert des Analyseabschnitts einen Analysesignalwert enthält, wird in der Weise generiert, dass ein Analysesignalwert einen ersten Wert annimmt, wenn derjenige Signalwert des zweiten Bewertungssignals, der dem Signalwert des Analyseabschnitts entspricht, zu dem der Analysesignalwert generiert wird, oberhalb eines Schwellenwerts liegt, und dass ein Analysesignalwert einen zweiten Wert annimmt, wenn derjenige Signalwert des zweiten Bewertungssig-

nals, der dem Signalwert des Analyseabschnitts entspricht, zu dem der Analysesignalwert generiert wird, unterhalb eines Schwellwerts liegt. Die erste Häufigkeitsverteilung wird für die Signalwerte des Analyseabschnitts bestimmt, für die der Analysesignalwert den ersten Wert hat, und die zweite Häufigkeitsverteilung wird für die Signalwerte des Analyseabschnitts bestimmt, für die der Analysesignalwert den zweiten Wert hat.

[0043] In weiter bevorzugter Weise wird bei der Bestimmung des Parametersatzes das zweite Bewertungssignal geglättet, wobei hier eine Mittelung über eine im Vergleich zu der Glättung bei der Bestimmung des Steuersignals größere zweite Anzahl von Signalwerten erfolgt. Ansonsten entspricht die Vorgehensweise beim Glätten der, wie sie schon im Zusammenhang mit der Glättung des Elektromyogramm-Signals und des ersten Bewertungssignals bei der Generierung des Steuersignals beschrieben wurde.

[0044] Allerdings führt dann die größere zweite Anzahl von Signalwerten, die bei der Glättung berücksichtigt werden, dazu, dass die Bestimmung des Parametersatzes vergleichsweise langsam erfolgt. Dies ist aber keineswegs nachteilhaft, wobei zu berücksichtigen ist, dass durch die größere Glättung auch eine höhere Genauigkeit bei der Bestimmung der Häufigkeitsverteilungen erzielt wird.

[0045] Schließlich ist es bei der Bestimmung des Parametersatzes bevorzugt, die Einteilung, die festlegt, welche Teile des Analyseabschnitts zur Inspirationsphase und welche zur Expirationsphase gehören, mit einem Analysesignal durchzuführen, das ähnlich dem Steuersignal binär ist und so die einzelnen Teile kennzeichnet.

[0046] Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung anhand einer Zeichnung erläutert, die lediglich ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel wiedergibt, wobei

Fig. 1 ein Flussdiagramm des Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens, nach dem das Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung betrieben wird, zeigt,

Fig. 2 einen Teil des Flussdiagramms aus Fig. 1 im Detail zusammen mit den dabei erzeugten Signalen als Funktion der Zeit zeigt,

Fig. 3 eine schematische Darstellung des Ablaufs des Verfahrens zusammen mit den entsprechenden Signalen als Funktion der Zeit ist und

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Erzeugen eines Steuersignals zeigt.

[0047] Anhand der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens im Detail erläutert. Dabei zeigt Fig. 1 neben einem schematischen Flussdiagramm des gesamten Verfahrens gemäß dem

bevorzugten Ausführungsbeispiel auch schematisch den Aufbau einer entsprechenden Vorrichtung 2 zum Erzeugen eines Steuersignals, die mit den entsprechenden Mitteln zum Durchführen der Verfahrensschritte ausgestattet ist, wobei ein Ausführungsbeispiel einer solchen Vorrichtung 2 auch in Fig. 4 wiedergegeben ist.

[0048] Wie weiter aus Fig. 1 zu erkennen ist, wird bei Ausführungsbeispiel zunächst in einem ersten Erfassungsschritt 1 ein Elektromyogramm-Signal eines Patienten aufgenommen. Dieses Signal kann in an sich bekannter Weise mit Hilfe von auf der Haut des Patienten im Bereich des Brustkorbs angebrachter Elektroden erfasst werden.

[0049] Bevor das Signal weiterverarbeitet wird, kann in dem Erfassungsschritt 1 noch ein konstanter oder zeitlich nur langsam variierender Untergrund von dem Elektromyogramm-Signal abgezogen werden, sodass sich das dann ergebende Signal im Wesentlichen um einen Signalwert von Null variiert. Ein derartiges Elektromyogramm-Signal ist in Fig. 2 mit "E" gekennzeichnet.

[0050] Das so erhaltene und von einem möglichen Untergrund befreite Elektromyogramm-Signal E wird einem sogenannten Steuersignalfeld 3 oder Hauptsegmentierungspfad zugeführt, wobei in der Vorrichtung 2 ein Signaleingang 4 vorgesehen ist, über den das Rohsignal vor einer möglichen Korrektur des Untergrundes der Vorrichtung 2 zugeführt wird.

[0051] Der Steuersignalfeld 3 umfasst einen Schritt 5 zum Erzeugen eines Steuersignals für ein Beatmungsgerät 7, das mit einem Patienten verbunden sein kann. Dieser Schritt 5 des Erzeugens des Steuersignals ist in Fig. 2 im Detail dargestellt, wobei das hier ausgegebene Steuersignal H geeignet ist, das Beatmungsgerät 7 zwischen einer Inspirationsbetriebsart, in der einem Patienten Atemgas aktiv zugeführt wird, und einer Expirationsbetriebsart hin und her zu schalten. Dazu muss aus dem Elektromyogramm-Signal E bestimmt werden, ob dessen jeweiliger Signalwert x einerseits einem ersten Zustand des Patienten entspricht, in dem dieser Atemanstrengungen unternimmt und daher die Potentiale an den atmungsrelevanten Muskeln erhöht sind, also die Inspirationsphase vorliegt. Andererseits kann bei dem Patienten auch ein zweiter Zustand vorliegen, in dem er keine Atemanstrengungen unternimmt, also die Expirationsphase gegeben ist, was sich in verminderten Potentialen an den atmungsrelevanten Muskeln widerspiegelt.

[0052] Das sich dabei ergebende Steuersignal ist in Fig. 2 mit "H" gekennzeichnet, und im Folgenden wird erläutert, wie dieses Steuersignal H bei dem erfindungsgemäßen Verfahren im Steuersignal- oder Hauptsegmentierungspfad 3 im Schritt 5 generiert wird.

[0053] Wie aus Fig. 2 zu erkennen ist, wird im Schritt 5 als Erstes ein Transformationsschritt 9 durchgeführt, beim dem das Elektromyogramm-Signal E in ein Bewertungssignal F durch Anwenden einer Bewertungsfunktion auf das Elektromyogramm-Signal E umgewandelt wird. Bei diesem Transformationsschritt 9 wird jedem Si-

Signalwert x des Elektromyogramm-Signals E ein Signalwert y des Bewertungssignals F zugewiesen, wobei die Bewertungsfunktion durch einen Hauptparametersatz bestimmt ist, sodass der Hauptparametersatz festlegt, welchem Signalwert x des Elektromyogramm-Signals E beim Transformieren bei Anwendung der Bewertungsfunktion welcher Signalwert y des Bewertungssignals F zugewiesen wird.

[0054] In dem hier beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiel liegt der Hauptparametersatz als Tabelle vor, in der für jeden möglichen Signalwert x des Elektromyogramm-Signals E der zugewiesene Signalwert y für das Bewertungssignal F hinterlegt ist. Es ist aber auch denkbar, dass der Hauptparametersatz die Parameter einer mathematischen Funktion festlegt, mit der aus dem Signalwert x des Elektromyogramm-Signals der entsprechende Signalwert y des Bewertungssignals berechnet wird.

[0055] Die in der Tabelle für die Signalwerte x des Elektromyogramm-Signals E enthaltenen Signalwerte y des Bewertungssignals F ergeben sich in diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel in einem Intervall um einen Basiswert in der Weise, dass sie eine Funktion des Verhältnisses der Wahrscheinlichkeit $P_1(x)$, dass der Signalwert x dem ersten Zustand entspricht, zu der Wahrscheinlichkeit $P_2(x)$, dass der Signalwert x dem zweiten Zustand entspricht, ist.

[0056] Diese Funktion ist im vorliegenden bevorzugten Ausführungsbeispiel der Logarithmus, was mit dem Effekt verbunden ist, dass dann, wenn die Wahrscheinlichkeit $P_I(x)$, dass die Inspirationsphase vorliegt, größer ist als die Wahrscheinlichkeit $P_E(x)$, dass die Expirationsphase vorliegt, der Signalwert y der Bewertungsfunktion größer Null ist. Umgekehrt ist dann, wenn die Wahrscheinlichkeit $P_E(x)$, dass die Expirationsphase vorliegt, größer ist als die Wahrscheinlichkeit $P_I(x)$, dass die Inspirationsphase vorliegt, der Signalwert y der Bewertungsfunktion kleiner Null. Damit ergibt sich später grundsätzlich eine einfache Möglichkeit, durch eine Schwellwertanalyse zu bestimmen, welche der beiden Phasen bzw. welcher der beiden möglichen Zustände vorliegt.

[0057] Wenn im Transformationsschritt 9 die Bewertungsfunktion auf das Elektromyogramm-Signal angewandt wird, wird einem Signalwert x des Elektromyogramm-Signals E der der Tabelle entsprechende Wert als Signalwert y des Bewertungssignals F zugewiesen, sodass sich zunächst das in Fig. 2 gezeigte Bewertungssignal F ergibt.

[0058] In dem hier beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiel wird nach dem Anwenden der Bewertungsfunktion das so erzeugte Bewertungssignal F in einem Glättungsschritt 11 dadurch geglättet, dass jeder Signalwert y des Bewertungssignals F als vorgegebener Signalwert y' behandelt wird und dass dann jeder vorgegebene Signalwert y' des Bewertungssignals F ersetzt wird durch einen Mittelwert aus Signalwerten des Bewertungssignals F , die den vorgegebenen Signalwert umfassen können und eine erste Anzahl von zeitlich vor

dem vorgegebenen Signalwert y' liegende Signalwerte y umfassen. Es wird also über ein Fenster, das mitläuft, gemittelt.

[0059] Auch hier sollen unter den Begriff "Mittelwert" im Sinne der vorliegenden Anmeldung nicht nur das arithmetische Mittel fallen, sondern auch Werte, die unter Anwendung einer Gewichtungsfunktion gewonnen werden. Außerdem fallen auch solche Werte darunter, die durch Anwendung nichtlinearer Glättungsmethoden wie Rangordnungsfiler oder Medianfilter bestimmt werden.

[0060] Dies bedeutet, dass die Signalwerte y des Bewertungssignals F in der Weise bearbeitet werden, dass sie in der Reihenfolge, in der für sie die entsprechenden Elektromyogramm-Signalwerte x erfasst wurden, als vorgegebene Signalwerte y' behandelt werden. Für jeden vorgegebenen Signalwert y' wird dann aus einer ersten Anzahl von zeitlich vor dem vorgegebenen Signalwert y' erfassten Signalwerten y ein Mittelwert gebildet und der vorgegebene Signalwert y' durch diesen Mittelwert ersetzt. Das bedeutet, dass die erste Anzahl von Signalwerten aus Werten besteht, für die die zuvor beschriebene Mittelwertbildung schon durchgeführt wurde. Das so im Glättungsschritt 11 geglättete Bewertungssignal G ist ebenfalls in Fig. 2 gezeigt.

[0061] In der hier beschriebenen bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird der Mittelwert in der Weise gebildet, dass zeitlich nahe an dem vorgegebenen Signalwert y' liegende Werte stärker gewichtet in die Mittelwertbildung eingehen als solche aus der ersten Anzahl von Signalwerten, die zeitlich weiter vor dem vorgegebenen Signalwert y' liegen. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass trotz der Mittelwertbildung der Glättungsschritt 11 nicht dazu führt, dass Änderungen des Bewertungssignals selbst durch den Glättungsschritt 11 zeitlich stark nach hinten verschoben werden. Im Übrigen ist darauf hinzuweisen, dass der Begriff des Mittelwerts im Sinne der vorliegenden Erfindung nicht allein das arithmetische Mittel beschränkt ist, sondern auch andere gewichtete Mittel umfasst. Außerdem sollen unter den Begriff "Mittelwert" auch solche Werte fallen, die durch Anwendung nichtlinearer Glättungsmethoden wie Rangordnungsfiler oder Medianfilter gewonnen werden.

[0062] Wie Fig. 2 zeigt, gibt die Höhe des Signalwerts y' des geglätteten Bewertungssignals G dann an, ob das Elektromyogramm-Signal E einem ersten Zustand oder einen zweiten Zustand entspricht, also die Inspirationsphase oder die Expirationsphase vorliegt.

[0063] Nach dem Durchführen des Glättungsschritts 11 erfolgt innerhalb des Steuersignalfades 3 während des Schrittes 5 zur Erzeugung des Steuersignals das eigentliche Generieren eines Steuersignals. Dies erfolgt bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel durch einen Schwellwertvergleichsschritt 13, bei dem die Signalwerte y' des geglätteten Bewertungssignals G mit dem Schwellwert Null verglichen werden, wie dies auch in Fig. 2 eingezeichnet ist. Der Schwellwert von Null ergibt sich in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel aus der Wahl des Logarithmus als der Funktion des Quoti-

enten aus den Wahrscheinlichkeiten $P_I(x)$ und $P_E(x)$ dafür, dass ein Signalwert des Elektromyogramm-Signals zu der Inspirations- oder der Expirationsphase bei dem Patienten gehört.

[0064] Somit wird beim Generieren des Steuersignals jeder Signalwert y' des in diesem Fall geglätteten Bewertungssignals G mit einem Schwellwert von Null verglichen, wobei das in Fig. 2 gezeigte Steuersignal H einen ersten, dem ersten Zustand entsprechenden Steuerwert annimmt, wenn der Signalwert y' des geglätteten Bewertungssignals G oberhalb des Schwellwerts liegt, und wobei das Steuersignal H einen zweiten, dem zweiten Zustand entsprechenden Steuerwert annimmt, wenn der Signalwert y' des geglätteten Bewertungssignals G unterhalb des Schwellwerts liegt. Das Steuersignal H ist dann aus zeitlich aufeinander folgenden Signalwerten gebildet und angepasst, ein Beatmungsgerät in eine Inspirationsbetriebsart zu schalten, wenn das Bewertungssignal dem ersten Zustand entspricht, und in eine Expirationsbetriebsart zu schalten, wenn das Bewertungssignal dem zweiten Zustand entspricht.

[0065] Wenn das Elektromyogramm-Signal E Abschnitte enthält, für die eine Auswertung nicht möglich ist, beispielsweise weil ein EKG-Signal überlagert ist, gibt es in bevorzugter Weise die folgenden Möglichkeiten, wie damit umgegangen wird.

[0066] Zunächst kann der ganze Steuersignalfad 3 pausieren, bis wieder auswertbare oder gültige Daten am Eingang erfasst werden. Es ist auch möglich, dass bei ungültigen oder nichtauswertbaren Abschnitten des Elektromyogramm-Signals E das Bewertungssignal F auf 0 gesetzt wird. Der Nachteil hierbei besteht darin, dass nach längeren Abschnitten mit ungültigen Werten das erste wieder gültige Signal allein die Entscheidung über darüber, ob das Steuersignal H den einen oder anderen Wert annimmt. Als weitere Alternative kann der Steuersignalfad 3 pausieren, bis wieder gültige Daten am Eingang anliegen. In der Zwischenzeit werden die veralteten Werte des Bewertungssignals F schrittweise und bis zu einem bestimmten Grad aus dem Glättungsfilter entfernt. Schließlich kann bei nichtauswertbaren Abschnitten des Elektromyogramm-Signals E künstliche Bewertungssignalwerte erzeugt werden, die in der Nähe des neutralen Bereichs des Bewertungssignals F , also bei Null, liegen. Bei diesen Werten handelt es sich um betragsmäßig kleine Werte, deren Vorzeichen der zuletzt detektierten Hypothese entspricht. Die letzten beiden Möglichkeiten sind vorteilhaft, weil nicht der erste wieder gültige Elektromyogramm-Signalwert zwingend über einen Sprung im Steuersignal H entscheidet und andererseits ein Sprung nicht durch viele alte Bewertungssignalwerte im Glättungsfilter verzögert wird.

[0067] Parallel zu dem Steuersignalfad 3 wird zumindest ein Teil des zuvor von einem konstanten Untergrund befreiten Elektromyogramm-Signals E in einem Nebensegmentierungs- oder Analysepfad 19 verarbeitet, um den in dem Steuersignalfad 3 in der Bewertungsfunktion verwendeten Hauptparametersatz zu ermitteln. Unter

"parallel" ist in diesem Zusammenhang zu verstehen, dass die Verarbeitung in dem Analysepfad 19 zeitgleich mit der Erzeugung des Steuersignals H in dem Steuersignalfad 3 abläuft.

[0068] In dem Analyse- oder Nebensegmentierungspfad 19 wird ein Analyseabschnitt E' (siehe Fig. 3), der ein Teil des vom Untergrund befreiten Elektromyogramm-Signals E ist, im vorliegenden Ausführungsbeispiel in einem ersten Analyseschritt 21 zunächst mit der Bewertungsfunktion analysiert. Dazu wird der Analyseabschnitt E' in ein zweites Bewertungssignal F' durch Anwenden der Bewertungsfunktion auf den Analyseabschnitt E' transformiert, wobei beim Transformieren einem Signalwert des Analyseabschnitts E' ein Signalwert Y des zweiten Bewertungssignals F' zugewiesen wird. In diesem Fall ist die Bewertungsfunktion durch einen Analyseparametersatz bestimmt ist, sodass der Analyseparametersatz festlegt, welchem Signalwert X des Analyseabschnitts E' beim Transformieren bei Anwendung der Bewertungsfunktion welcher Signalwert Y des zweiten Bewertungssignals F' zugewiesen wird.

[0069] In dem hier beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiel wird als Analyseparametersatz der auch im Hauptsegmentierungs- oder Steuersignalfad 3 im Schritt 5 verwendete Hauptparametersatz verwendet. Es ist aber auch denkbar, einen anderen Parametersatz im Analysepfad 19 anzuwenden. Außerdem liegen der Analyseparametersatz und der später bestimmte erneuerte Parametersatz als Tabelle vor, sodass die Tabelle des Hauptparametersatzes jedem möglichen Signalwert X des Analyseabschnitts E' einen Signalwert Y des zweiten Bewertungssignals F' zuweist.

[0070] Nach dem Transformieren des Analyseabschnitts E' wird das so erzeugte zweite Bewertungssignal F' dadurch geglättet, dass jeder Signalwert Y des zweiten Bewertungssignals F' , wie schon im Zusammenhang mit Schritt 11 erläutert, als vorgegebener Signalwert Y' behandelt wird und jeder vorgegebene Signalwert Y' dann ersetzt wird durch einen Mittelwert aus Signalwerten Y' des zweiten Bewertungssignals F' , die den vorgegebenen Signalwert Y' umfassen können und die eine zweite Anzahl von zeitlich vor dem vorgegebenen Signalwert Y' liegende Signalwerte Y' umfassen, wobei diese zweite Anzahl jedoch größer als die im Schritt 11 verwendete erste Anzahl ist. Dadurch, dass die zweite Anzahl größer als die erste Anzahl ist, wird eine stärkere Glättung erreicht, was die Genauigkeit der Analyse im Analysepfad 19 erhöht. Allerdings ist dies damit verbunden, dass das geglättete zweite Bewertungssignal G' (siehe Fig. 3) sich bei Änderungen der Signalwerte des Analyseabschnitts E' langsamer ändert, als dies das im Steuersignalfad 3 in Schritt 5 bestimmte Bewertungssignal F tut.

[0071] Das so geglättete zweite Bewertungssignal G' ist dadurch so bearbeitet, dass die Höhe eines Signalwerts Y' dieses geglätteten zweiten Bewertungssignals G' angibt, ob der korrespondierende Signalwert X des Analyseabschnitts E' einem ersten Zustand oder einen zweiten Zustand entspricht, also zu der Inspirationspha-

se oder zu der Expirationsphase gehört.

[0072] Schließlich wird in dem ersten Analyseschritt 21 noch ein Analysesignal I (siehe Fig. 3) aus dem geglätteten zweiten Bewertungssignal G' generiert, das für jeden Signalwert X des Analyseabschnitts E' einen Analysesignalwert A enthält. Der Analysesignalwert A nimmt einen ersten Wert an, wenn derjenige Signalwert Y' des geglätteten zweiten Bewertungssignals G', der dem Signalwert X des Analyseabschnitts E' entspricht, zu dem der Analysesignalwert A generiert werden soll, oberhalb eines Schwellwerts liegt. Bei diesem Schwellwert handelt es sich bei dem hier beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens um den Wert Null, da der Bewertungsfunktion und dem Analyse- bzw. dem Hauptparametersatz die Funktion $\lg(P_I(X)/P_E(X))$ zugrunde liegt, wobei $P_I(X)$ und $P_E(X)$ die Wahrscheinlichkeiten angeben, dass ein Signalwert X des Analyseabschnitts E' dem ersten Zustand, also der Inspirationsphase, oder dem zweiten Zustand, d.h. der Expirationsphase, entspricht.

[0073] Der Analysesignalwert A nimmt dann einen zweiten Wert an, wenn derjenige Signalwert Y' des geglätteten zweiten Bewertungssignals G', der dem Signalwert X des Analyseabschnitts E' entspricht, zu dem der Analysesignalwert A generiert wird, unterhalb dieses Schwellwerts liegt.

[0074] Im parallel zum ersten Analyseschritt 21 ablaufenden Verzögerungsschritt 23 wird das den Analyseabschnitt E' darstellende Signal so verzögert, dass es parallel mit dem im ersten Analyseschritt 21 erzeugten Analysesignal A im zweiten Analyseschritt 25 verarbeitet werden kann. Das bedeutet, dass das verzögerte Signal I des Analyseabschnitts E' so mit dem eingehenden Analysesignal A zusammenfällt, dass ein Signalwert X des Analyseabschnitts E' für den im ersten Analyseschritt 21 der Analysesignalwert A bestimmt worden ist, mit diesem Analysesignalwert A zusammen im zweiten Analyseschritt 25 verarbeitet werden kann. Insbesondere kann dann der Analysesignalwert A unmittelbar für den Signalwert X des Analyseabschnitts E' anzeigen, ob dieser Signalwert X zu der Inspirations- oder zu der Expirationsphase gehört.

[0075] In dem zweiten Analyseschritt 25 wird dann eine erste Häufigkeitsverteilung $H_1(X)$ für die Signalwerte X des Analyseabschnitts bestimmt, für die das Analysesignal A den ersten Wert annimmt und für die das geglättete zweite Bewertungssignal G' somit angibt, dass der erste Zustand vorliegt. Außerdem wird parallel im zweiten Analyseschritt 25 auch eine zweite Häufigkeitsverteilung $H_2(X)$ für die Signalwerte X des Analyseabschnitts E' bestimmt, für die das Analysesignal A den zweiten Wert annimmt und das zweite Bewertungssignal G' dafür somit angibt, dass der zweite Zustand vorliegt.

[0076] Schließlich wird im zweiten Analyseschritt 25 ein erneuerter Parametersatz aus den zuvor bestimmten Häufigkeitsverteilungen $H_1(X)$, $H_2(X)$ bestimmt. Der erneuerte Parametersatz ist als Tabelle aufgebaut, die jedem möglichen Signalwert des Elektromyogramm-Sig-

nals E einen Signalwert des Bewertungssignals zuweist.

[0077] Dabei ist in dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel für einen Signalwert des Elektromyogramm-Signals, der in einem Intervall um einen Basiswert liegt, der zugewiesene Signalwert der Tabelle eine Funktion des Verhältnisses des Wertes der ersten Häufigkeitsverteilung $H_1(x)$ für den Signalwert x zu dem Wert der zweiten Häufigkeitsverteilung $H_2(x)$ für den Signalwert x. Insbesondere ist der zugewiesene Signalwert y proportional zu dem Logarithmus des Quotienten der Häufigkeitsverteilungen, sodass für die in der Tabelle für den Signalwert x enthaltenen Werte y gilt, dass $y \propto \lg(H_1(x)/H_2(x))$ ist. Dadurch, dass bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel ein sich zeitlich im Vergleich zum Elektromyogramm-Signal langsam verändernder Untergrund vom Elektromyogramm-Signal abgezogen wird, ist der Basiswert hier Null.

[0078] Außerdem ist anzumerken, dass die Häufigkeitsverteilung $H_1(x)$ ein direktes Maß für die Wahrscheinlichkeit $P_I(x)$ ist, dass der Signalwert x zu der Inspirationsphase gehört oder dem ersten Zustand entspricht, während die Häufigkeitsverteilung $H_2(x)$ ein Maß für die Wahrscheinlichkeit $P_E(x)$ ist, dass der Signalwert x zu der Expirationsphase gehört bzw. dem zweiten Zustand entspricht.

[0079] In den beiden Randintervallen, die außerhalb des Intervalls um den Basiswert liegen, hat die Tabelle für die entsprechenden Signalwerte x des Elektromyogramm-Signals einen konstanten, ggf. für jedes Randintervall unterschiedlichen, Wert y_{konst} .

[0080] Nach Abschluss der Erstellung des erneuerten Parametersatzes, wodurch der zweite Analyseschritt 25 beendet ist, wird der erneuerte Parametersatz in dem durch den Pfeil 27 gekennzeichneten Übergabeschritt als Hauptparametersatz an den Steuersignalfad 3 zur Verwendung im Schritt 5 übergeben. Somit wird der erneuerte Parametersatz dann bei der weiteren Bestimmung des Steuersignals H für die Steuerung des Beatmungsgeräts 7 verwendet.

[0081] Da die Analyseschritte 21, 25 sowie der Verzögerungsschritt 23 kontinuierlich parallel zu dem Steuersignalfad 3 ausgeführt werden, wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren der im Steuersignalfad 3 verwendete Hauptparametersatz ebenfalls kontinuierlich angepasst. Das bedeutet, dass die Ermittlung des Parametersatzes im Nebensegmentierungspfad kontinuierlich erfolgt, der dabei neu bestimmte Hauptparametersatz aber bevorzugt nur zu bestimmten Zeitpunkten an den Hauptsegmentierungspfad übergeben wird.

[0082] Die im Analysepfad 19 ermittelte Bewertungsfunktion bzw. der Parametersatz erlaubt, für das Verfahren wichtige Indizes zu bestimmen.

[0083] Als grundsätzliche Form der Bewertungsfunktion bzw. der in der Tabelle enthaltenen Bewertungssignalwerte wird eine nach oben geöffnete Funktion erwartet, die für negative Werte monoton fällt und für positive Werte monoton steigt. Außerdem wird für betragsmäßig kleine Werte ein negatives und für betragsmäßig große

Werte ein positives Ergebnis erwartet.

[0084] Sollte die Bewertungsfunktion keine Nullstellen aufweisen, bedeutet dies, dass nicht zwischen den zwei Zuständen entschieden werden kann, und deutet auf fehlerhafte Signale hin. Der mögliche Fall, dass es mehr als zwei Nullstellen gibt, wäre ein Indiz von Artefakten und bei annähernd normalverteilten Signalen nicht zu erwarten.

[0085] In Bezug auf die Steigung der Bewertungsfunktion in Abhängigkeit von den möglichen Signalwerten gilt, dass eine monoton wachsende Steigung bei normalen Signalen zu erwarten ist. Ein besonders hoher Steigungsbetrag (z.B. an den Nullstellen) deutet auf eine sehr scharfe Trennung der beiden Zustände hin und ein besonders kleiner Steigungsbetrag an den Nullstellen auf eine sehr unscharfe Trennung.

[0086] Bei den zu erwartenden artefaktfreien Signalen ist nur der Betrag des Bewertungssignals F entscheidend. Von daher ist eine Symmetrie des Bewertungssignal in Bezug auf die Y-Achse zu erwarten. Eine Asymmetrie hingegen deutet wieder auf Artefakte hin, beispielsweise auf nicht hinreichend entfernte QRS-Komplexe des EKG-Signals.

[0087] Der horizontale Abstand vom Ursprung des Scheitelpunkts der Bewertungsfunktion ist erwartungsgemäß für Eingangswerte gleich Null, da von mittelwertfreien Signalen ausgegangen wird. Die vertikale Verschiebung muss negativ sein, da es sonst keine Nullstellen gibt.

[0088] Schließlich kann die Abweichung zwischen der geschätzten Bewertungsfunktion und einer vereinfachten quadratischen Bewertungsfunktion bestimmt werden, wobei bei einem artefaktfreien Signalen eine Ähnlichkeit zur quadratischen AMF erwartet. Eine Abweichung vom quadratischen Verlauf bedeutet, dass die Verteilungen von der Normalverteilung abweichen.

[0089] Auf der Grundlage von Abweichungen der beschriebenen zu erwartenden Merkmalen der Bewertungsfunktion können Qualitätsindizes definiert werden. Mittels der Qualitätsindizes kann das Verfahren auf Plausibilität überprüft werden und bei negativem Ergebnis beispielsweise ein Neustart des Verfahrens erfolgen. So kann u.a. dann ein Neustart erfolgen, wenn die Bewertungsfunktion zu flach ist oder sogar gegenüber der Abszisse gegenüber der erwarteten Form gespiegelt ist.

[0090] Aus dem Vorstehenden ergibt sich im Übrigen, dass das Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 2 zum Erzeugen des Steuersignals H neben dem Signaleingang 4 in einem Steuersignalfad 3 vorgesehenen Mittel zum Transformieren des Elektromyogramm-Signals E in ein geglättetes Bewertungssignal G und Mittel und zum Generieren des Steuersignals H selbst aufweist. Im Übrigen sind die Mittel zum Transformieren derart ausgestaltet, dass der Hauptparametersatz als Tabelle in der Vorrichtung hinterlegt werden kann. Außerdem sind in der Vorrichtung Mittel zum Transformieren des Analyseabschnitts E' des Elektromyogramm-Signals E in das zweite Bewertungssignal F'

durch Anwenden der Bewertungsfunktion auf den Analyseabschnitt E' sowie Mittel zum Bestimmen der ersten und zweiten Häufigkeitsverteilung $H_1(X)$, $H_2(x)$, Mittel zum Bestimmen des erneuerten Parametersatzes und Mittel zum Übergeben des erneuerten Parametersatzes vorgesehen, wobei die Mittel zum Transformieren des Analyseabschnitts E', die Mittel zum Bestimmen der ersten und zweiten Häufigkeitsverteilung $H_1(X)$, $H_2(x)$, die Mittel zum Bestimmen des erneuerten Parametersatzes und die Mittel zum Übergeben des erneuerten Parametersatzes ausgestaltet sind, parallel zu den Mittel zum Transformieren des Elektromyogramm-Signals E und denen zum Generieren des Steuersignals H zu arbeiten. Außerdem sind in der Vorrichtung 2 Mittel vorgesehen, mit denen das zuvor beschriebene Analysesignal A erzeugt wird.

[0091] Bisher ist das bevorzugte Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung 2 im Wesentlichen anhand der Fig. 1 und 2 beschrieben worden. Fig. 3 zeigt den Ablauf noch einmal anhand der dabei generierten Signale, wobei die Signale zeitlich parallel übereinander dargestellt sind, sodass erkennbar wird, dass der Ablauf im Steuersignalfad 3 gegenüber dem Analysefad 19 beschleunigt ist.

[0092] Im Einzelnen ist auch Fig. 3 noch einmal zu entnehmen, dass im Hauptsegmentierungs- oder Steuersignalfad 3, der hier durch einen Kasten dargestellt ist, in dem die in den Schritten 9, 11, und 13 aus dem Elektromyogramm-Signal E erzeugten Signale F, G und H zeitlich parallel angeordnet sind. Man erkennt, dass sich das Maximum im geglätteten Bewertungssignal G gegenüber den entsprechenden Ausschlägen im Bewertungssignal F aufgrund des Glättungsschrittes 11 zeitlich leicht um den Betrag ΔT verschiebt. Daraus resultiert dann, dass der Übergang des Steuersignals H von dem ersten Steuerwert 15 zum zweiten Steuerwert 17 zeitlich gegenüber den Ausschlägen im Bewertungssignal G bzw. dem Elektromyogramm-Signal E ebenfalls leicht verzögert ist. Diese Verzögerung ist aber nicht von großem Nachteil, da die Ausschläge im Elektromyogramm-Signal im Vergleich zu anderen atlungsrelevanten physiologischen Signalen so frühzeitig auftreten, dass die Umschaltung des Beatmungsgeräts auf jeden Fall für den Patienten rechtzeitig erfolgt. Außerdem wird durch die Glättung die Qualität der Bestimmung des Übergangs von Expirations- zu Inspirationsphase signifikant verbessert.

[0093] Des Weiteren ist aus Fig. 3 zu erkennen, dass der Ablauf im Analysefad 19 gegenüber dem Steuersignalfad 3 verzögert ist, da beim ersten Analyseschritt 21 beim Glätten des zweiten Bewertungssignals F' und dem Erstellen des geglätteten zweiten Bewertungssignals G' über eine größere zweite Anzahl von Signalwerten Y' des zweiten Bewertungssignals F' gemittelt wird. Die damit erzielte höhere Qualität bei der Bestimmung der Häufigkeitsverteilungen $H_1(x)$, $H_2(x)$ im Schritt 21 führt aber nicht zu einer Verlangsamung bei der Erzeu-

gung des Steuersignals H, da Letzteres im Steuersignalfeld 3 erfolgt.

[0094] Außerdem ist zu erkennen, dass der Analyseabschnitt E' im Verzögerungsschritt 23 zeitlich so verzögert wird, dass das verzögerte Signal I des Analyseabschnitts E' so parallel dem zweiten Analyseschritt 25 zugeführt wird, dass ein Signalwert X des Analyseabschnitts E' zeitgleich zum dem Signalwert des Analyseabschnitts A bearbeitet wird, der für diesen Signalwert X im ersten Analyseschritt 21 erzeugt worden ist. Das Analysesignal A stellt somit einen Indikator für die Zugehörigkeit der Signalwerte X des Analyseabschnitts E' zu dem ersten oder dem zweiten Zustand bzw. die Inspirationsphase oder die Expirationsphase dar.

[0095] In Fig. 4 ist in schematischer Form der Aufbau eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 2 zum Erzeugen eines Steuersignals H für ein Beatmungsgerät 7 gemäß dem zuvor beschriebenen Verfahren dargestellt. Die Vorrichtung weist einen Signaleingang 4 auf, mit dem von einem Vorverstärker 29 verstärkte Elektromyogramm-Signale E erfasst werden, die mit Hilfe von Elektroden 31 abgenommen wurden. Die Vorrichtung 2 umfasst zunächst einen Analog-Digital-Wandler 33 zum Digitalisieren des Elektromyogramm-Signals E. Dem Wandler 33 ist ein Signalprozessor 35 nachgeschaltet, mit dem das eingehenden Elektromyogramm-Signal E vorverarbeitet wird, indem beispielsweise ein niederfrequenter Untergrund abgezogen wird und Signalanteile entfernt werden, die offensichtliche Artefakte sind.

[0096] Dem Signalprozessor 35 wiederum ist der eigentliche Prozessor 37 nachgeschaltet, der auf einen Speicher 39 zugreift, in dem in einem Programmspeicher 41 das Programm zu Verarbeiten der eintreffenden Daten hinterlegt ist und in dem in einem Datenspeicher 43 die Parametersätze gespeichert werden. Somit werden durch den Prozessor 37 zusammen mit dem Speicher 39 die Mittel zum Transformieren des Elektromyogramm-Signals E in ein Bewertungssignal F durch Anwenden einer Bewertungsfunktion auf das Elektromyogramm-Signal E bereitgestellt, wobei beim Transformieren einem Signalwert x des Elektromyogramm-Signals E ein im Datenspeicher 43 hinterlegter Signalwert y des Bewertungssignals F zugewiesen wird. Dieser Signalwert y wird durch den im Datenspeicher 43 als Tabelle hinterlegten Hauptparametersatz bestimmt. Außerdem stellt der Prozessor 37 auch das Mittel dar, mit dem das Steuersignal H generiert wird, mit dem das Beatmungsgerät 7 in eine Inspirationsbetriebsart oder eine Expirationsbetriebsart geschaltet wird.

[0097] Schließlich werden durch den Prozessor 37 zusammen mit dem Datenspeicher 43 werden auch die Mittel zum bereits beschriebenen Transformieren eines Analyseabschnitts E' des Elektromyogramm-Signals E in ein zweites Bewertungssignal F' durch Anwenden der Bewertungsfunktion auf den Analyseabschnitt E' realisiert, wobei die Bewertungsfunktion F' durch einen im Datenspeicher 43 hinterlegten Analyseparametersatz

bestimmt ist. Durch Prozessor 37 und Datenspeicher 43 werden in der schon beschriebenen Weise die erste Häufigkeitsverteilung $H_1(X)$ und die zweite Häufigkeitsverteilung $H_2(X)$ für die Signalwerte X des Bewertungssignals F' bestimmt und daraus ein erneuerter Parametersatz, der als Hauptparametersatz übergeben wird. Dies erfolgt durch den Prozessor 37 parallel zum Transformieren des Elektromyogramm-Signals E und dem Generieren des Steuersignals H.

[0098] Insgesamt ermöglichen das zuvor beschriebene Verfahren sowie die erfindungsgemäß ausgestaltete Vorrichtung 2, in zuverlässiger Weise aus einem Elektromyogramm-Signal E ein Steuersignal H für ein Beatmungsgerät 7 zu erzeugen, wobei dies mit einer hinreichend schnellen Verarbeitungsgeschwindigkeit erfolgt, ohne dass dies auf Kosten der Genauigkeit geht.

[0099] Außerdem passen sich das Verfahren bzw. die in dem Datenspeicher hinterlegten Parameter adaptiv selbst an Änderungen der Bedingungen an, da der zur Zuordnung der Elektromyogramm-Signalabschnitte zur Inspirationsphase bzw. Expirationsphase erforderliche Parametersatz kontinuierlich neu bestimmt wird.

Bezugszeichenliste:

[0100]

- | | |
|-------|--|
| 1 | Erfassungsschritt |
| 2 | Steuervorrichtung |
| 30 3 | Steuersignalfeld |
| 4 | Signaleingang |
| 5 | Schritt zum Erzeugen eines Steuersignals |
| 7 | Beatmungsgerät |
| 9 | Transformationsschritt |
| 35 11 | Glättungsschritt |
| 13 | Schwellwertvergleichsschritt |
| 15 | erster Steuerwert |
| 17 | zweiter Steuerwert |
| 19 | Analysepfad |
| 40 21 | erster Analyseschritt |
| 23 | Verzögerungsschritt |
| 25 | zweiter Analyseschritt |
| 27 | Übergabeschritt |
| 29 | Vorverstärker |
| 45 31 | Elektroden |
| 33 | Analog-Digital-Wandler |
| 35 | Signalprozessor |
| 37 | Prozessor |
| 39 | Speicher |
| 50 41 | Programmspeicher |
| 43 | Datenspeicher |
| E | Elektromyogramm-Signal |
| E' | Analyseabschnitt |
| F | Bewertungssignal |
| 55 F' | zweites Bewertungssignal |
| G | geglättetes Bewertungssignal |
| G' | geglättetes zweites Bewertungssignal |
| H | Steuersignal |

A	Analysesignal
I	verzögertes Signal des Analyseabschnitts
x	Signalwert Elektromyogramm-Signal
x	Signalwert Analyseabschnitt
y	Signalwert Bewertungssignal
y'	vorgegebener Signalwert Bewertungssignal
Y	Signalwert zweites Bewertungssignal
Y'	vorgegebener Signalwert zweites Bewertungssignal

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen eines Steuersignals (H) für ein Beatmungsgerät (7) umfassend die folgenden Schritte:

- Erfassen eines Elektromyogramm-Signals (E), das zeitlich aufeinanderfolgende Signalwerte (x) umfasst,
- Transformieren des Elektromyogramm-Signals (E) in ein Bewertungssignal (F) durch Anwenden einer Bewertungsfunktion auf das Elektromyogramm-Signal (E), wobei beim Transformieren einem Signalwert (x) des Elektromyogramm-Signals (E) ein Signalwert (y) des Bewertungssignals (F) zugewiesen wird, wobei die Bewertungsfunktion durch einen Hauptparametersatz bestimmt ist, sodass der Hauptparametersatz festlegt, welchem Signalwert (x) des Elektromyogramm-Signals (E) beim Transformieren bei Anwendung der Bewertungsfunktion welcher Signalwert (y) des Bewertungssignals (F) zugewiesen wird, und wobei die Höhe des Signalwerts (y) des Bewertungssignals (F, G) angibt, ob das Elektromyogramm-Signal (E) einem ersten Zustand oder einen zweiten Zustand entspricht, und
- Generieren eines Steuersignals (H) aus zeitlich aufeinanderfolgenden Signalwerten, das angepasst ist, ein Beatmungsgerät (7) in eine Inspirationsbetriebsart zu schalten, wenn das Bewertungssignal (F, G) dem ersten Zustand entspricht, und in eine Expirationsbetriebsart zu schalten, wenn das Bewertungssignal (F, G) dem zweiten Zustand entspricht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei beim Transformieren das Elektromyogramm-Signal (E) oder das Bewertungssignal (F, G) dadurch geglättet werden, dass jeder Signalwert (x, y) des Elektromyogramm-Signals (E) oder des Bewertungssignals (F, G) als vorgegebener Signalwert (y') behandelt wird und dass jeder vorgegebene Signalwert (y') des Elektromyogramm-Signals (E) oder des Bewertungssignals (F) ersetzt wird durch einen Mittelwert aus Signalwerten des Elektromyogramm-Signals (E) oder des Bewertungssignals (F), die den vorgegebenen Sig-

nalwert umfassen können und eine erste Anzahl von zeitlich vor dem vorgegebenen Signalwert (y') liegende Signalwerte umfassen.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei der Hauptparametersatz als Tabelle vorliegt, in der für jeden möglichen Signalwert (x) des Elektromyogramm-Signals (E) der zugewiesene Signalwert (y) für das Bewertungssignal (F) enthalten ist, und wobei bei der Anwendung der Bewertungsfunktion einem Signalwert (x) des Elektromyogramm-Signals (E) der der Tabelle entsprechende Wert als Signalwert (y) des Bewertungssignals (F) zugewiesen wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei beim Generieren des Steuersignals (H) jeder Signalwert (y) des Bewertungssignals (F) mit einem Schwellwert verglichen wird, wobei das Steuersignal (H) einen ersten Steuerwert (25) annimmt, wenn der Signalwert (y) des Bewertungssignals (G) oberhalb des Schwellwerts liegt, und wobei das Steuersignal (H) einen zweiten Steuerwert (27) annimmt, wenn der Signalwert (y) des Bewertungssignals (G) unterhalb des Schwellwerts liegt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei bei Anwendung der Bewertungsfunktion auf Signalwerte x aus einem Intervall um einen Basiswert ein Signalwert (y) des Bewertungssignals (F) zugewiesen wird, der eine Funktion des Verhältnisses der Wahrscheinlichkeit $P_1(x)$, dass der Signalwert x dem ersten Zustand entspricht, zu der Wahrscheinlichkeit $P_2(x)$, dass der Signalwert x dem zweiten Zustand entspricht, ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei parallel zum Transformieren des Elektromyogramm-Signals (E) und dem Generieren des Steuersignals (H) folgende Schritte durchgeführt werden:

- Transformieren eines Analyseabschnitts (E') des Elektromyogramm-Signals (E) in ein zweites Bewertungssignal (F') durch Anwenden der Bewertungsfunktion auf den Analyseabschnitt (E'), wobei beim Transformieren einem Signalwert (X) des Analyseabschnitts (E') ein Signalwert (Y) des zweiten Bewertungssignals (F') zugewiesen wird, wobei die Bewertungsfunktion durch einen Analyseparametersatz bestimmt ist, sodass der Analyseparametersatz festlegt, welchem Signalwert (X) des Analyseabschnitts (E') beim Transformieren bei Anwendung der Bewertungsfunktion welcher Signalwert (Y) des zweiten Bewertungssignals (F) zugewiesen wird,

- und
wobei die Höhe des Signalwerts (Y') des zweiten Bewertungssignals (G') angibt, ob der korrespondierende Signalwert (X) des Analyseabschnitts (E') einem ersten Zustand oder einen zweiten Zustand entspricht,
- Bestimmen einer ersten Häufigkeitsverteilung $H_1(X)$ für die Signalwerte (X) aus den Teilen des Analyseabschnitts (E'), für die das zweite Bewertungssignal (G') angibt, dass der erste Zustand vorliegt,
- Bestimmen einer zweiten Häufigkeitsverteilung $H_2(X)$ für die Signalwerte (X) aus den Teilen des Analyseabschnitts (E'), für die das zweite Bewertungssignal (G') angibt, dass der zweite Zustand vorliegt,
- Bestimmen eines erneuerten Parametersatzes aus den Häufigkeitsverteilungen $H_1(X)$, $H_2(X)$ und
- Übergeben des erneuerten Parametersatzes als Hauptparametersatz.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei als Analyseparametersatz der Hauptparametersatz verwendet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7 sofern abhängig von Anspruch 2, wobei nach dem Transformieren des Analyseabschnitts (E') das zweite Bewertungssignal (F') dadurch geglättet wird, dass jeder Signalwert (Y) des zweiten Bewertungssignals (F') als vorgegebener Signalwert (Y') behandelt wird und dass jeder vorgegebene Signalwert (Y') des zweiten Bewertungssignals (F') ersetzt wird durch einen Mittelwert aus Signalwerten (Y') des zweiten Bewertungssignals (F'), die den vorgegebenen Signalwert (Y') umfassen können und die eine zweite Anzahl von zeitlich vor dem vorgegebenen Signalwert (Y') liegende Signalwerte umfassen, und wobei die zweite Anzahl größer als die erste Anzahl ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei ein Analysesignal (A) generiert wird, das für jeden Signalwert (X) des Analyseabschnitts (E') einen Analysesignalwert enthält, wobei ein Analysesignalwert einen ersten Wert annimmt, wenn derjenige Signalwert des zweiten Bewertungssignals (G'), der dem Signalwert (X) des Analyseabschnitts (E') entspricht, zu dem der Analysesignalwert generiert wird, oberhalb eines Schwellwerts liegt, wobei ein Analysesignalwert einen zweiten Wert annimmt, wenn derjenige Signalwert (X) des zweiten Bewertungssignals (G'), der dem Signalwert des Analyseabschnitts (E') entspricht, zu dem der Analysesignalwert generiert wird, unterhalb eines Schwellwerts liegt,
- wobei die erste Häufigkeitsverteilung $H_1(X)$ für die Signalwerte (X) des Analyseabschnitts (E') bestimmt wird, für die der Analysesignalwert den ersten Wert hat, und
- wobei die zweite Häufigkeitsverteilung $H_2(X)$ für die Signalwerte (X) des Analyseabschnitts (E') bestimmt wird, für die der Analysesignalwert den zweiten Wert hat.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, sofern abhängig von Anspruch 3, wobei der erneuerte Parametersatz als Tabelle aufgebaut ist, die jedem möglichen Signalwert des Elektromyogramm-Signals (x) einen Signalwert y des Bewertungssignals (F) zuweist, und wobei für einen Signalwert x des Elektromyogramm-Signals, der in einem Intervall um einen Basiswert liegt, der zugewiesene Signalwert y der Tabelle eine Funktion des Verhältnisses des Wertes der ersten Häufigkeitsverteilung $H_1(x)$ für den Signalwert x zu dem Wert der zweiten Häufigkeitsverteilung $H_2(x)$ für den Signalwert x ist.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der zugewiesene Signalwert für Signalwerte x des Elektromyogramm-Signals (E) aus einem Randintervall, das außerhalb des Intervalls liegt, einen konstanten Wert hat.
12. Vorrichtung zum Erzeugen eines Steuersignals (H) für ein Beatmungsgerät (7), die einen Signaleingang zum Erfassen eines Elektromyogramm-Signals (E), das zeitlich aufeinanderfolgende Signalwerte (x) umfasst, aufweist sowie
- Mittel zum Transformieren des Elektromyogramm-Signals (E) in ein Bewertungssignal (F) durch Anwenden einer Bewertungsfunktion auf das Elektromyogramm-Signal (E), wobei beim Transformieren einem Signalwert (x) des Elektromyogramm-Signals (E) ein Signalwert (y) des Bewertungssignals (F) zugewiesen wird, wobei die Bewertungsfunktion durch einen Hauptparametersatz bestimmt ist, sodass der Hauptparametersatz festlegt, welchem Signalwert (x) des Elektromyogramm-Signals (E) beim Transformieren bei Anwendung der Bewertungsfunktion welcher Signalwert (y) des Bewertungssignals (F) zugewiesen wird, und wobei die Höhe des Signalwerts (y) des Bewertungssignals (F, G) angibt, ob das Elektromyogramm-Signal (E) einem ersten Zustand oder einen zweiten Zustand entspricht, und
- Mittel umfasst zum Generieren eines Steuersignals (H) aus zeitlich aufeinander folgenden Signalwerten, das angepasst ist, ein Beatmungsgerät (7) in eine Inspirationsbetriebsart zu schalten, wenn das Bewertungssignal (F, G)

dem ersten Zustand entspricht, und in eine Expirationsbetriebsart zu schalten, wenn das Bewertungssignal (F, G) dem zweiten Zustand entspricht.

13. Vorrichtung nach Anspruche 12, wobei die Mittel zum Transformieren derart ausgestaltet sind, dass der Hauptparametersatz als Tabelle hinterlegt ist, in der für jeden möglichen Signalwert (x) des Elektromyogramm-Signals (E) der zugewiesene Signalwert (y) für das Bewertungssignal (F) enthalten ist, wobei bei der Anwendung der Bewertungsfunktion einem Signalwert (x) des Elektromyogramm-Signals (E) der der Tabelle entsprechende Wert als Signalwert (y) des Bewertungssignals (F) zugewiesen wird.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13 mit

- Mitteln zum Transformieren eines Analyseabschnitts (E') des Elektromyogramm-Signals (E) in ein zweites Bewertungssignal (F') durch Anwenden der Bewertungsfunktion auf den Analyseabschnitt (E'), wobei beim Transformieren einem Signalwert (X) des Analyseabschnitts (E') ein Signalwert (Y) des zweiten Bewertungssignals (F') zugewiesen wird,

wobei die Bewertungsfunktion durch einen Analyseparametersatz bestimmt ist, sodass der Analyseparametersatz festlegt, welchem Signalwert (X) des Analyseabschnitts (E') beim Transformieren bei Anwendung der Bewertungsfunktion welcher Signalwert (Y) des zweiten Bewertungssignals (F) zugewiesen wird, und

wobei die Höhe des Signalwerts (Y') des zweiten Bewertungssignals (G') angibt, ob der korrespondierende Signalwert (X) des Analyseabschnitts (E') einem ersten Zustand oder einen zweiten Zustand entspricht,

- Mitteln zum Bestimmen einer ersten Häufigkeitsverteilung $H_1(X)$ für die Signalwerte (X) aus den Teilen des Analyseabschnitts (E'), für die das zweite Bewertungssignal (G') angibt, dass der erste Zustand vorliegt,

- Mitteln zum Bestimmen einer zweiten Häufigkeitsverteilung $H_2(X)$ für die Signalwerte (X) aus den Teilen des Analyseabschnitts (E'), für die das zweite Bewertungssignal (G') angibt, dass der zweite Zustand vorliegt,

- Mitteln zum Bestimmen eines erneuerten Parametersatzes aus den Häufigkeitsverteilungen $H_1(X)$, $H_2(X)$ und

- Mitteln zum Übergeben des erneuerten Parametersatzes als Hauptparametersatz, wobei die Mittel zum Transformieren des Analyseabschnitts (E'), die Mittel zum Bestimmen der ersten und zweiten Häufigkeitsverteilung $H_1(X)$, $H_2(X)$, die Mittel zum Bestimmen des er-

neuerten Parametersatzes und die Mittel zum Übergeben des erneuerten Parametersatzes ausgestaltet sind, parallel zu den Mittel zum Transformieren des Elektromyogramm-Signals (E) und denen zum Generieren des Steuersignals (H) zu arbeiten.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei Mittel vorgesehen sind, ein Analysesignal (A) zu generieren, das für jeden Signalwert (X) des Analyseabschnitts (E') einen Analysesignalwert enthält, wobei ein Analysesignalwert einen ersten Wert annimmt, wenn derjenige Signalwert des zweiten Bewertungssignals (G'), der dem Signalwert (X) des Analyseabschnitts (E') entspricht, zu dem der Analysesignalwert generiert wird, oberhalb eines Schwellwerts liegt, wobei ein Analysesignalwert einen zweiten Wert annimmt, wenn derjenige Signalwert (X) des zweiten Bewertungssignals (G'), der dem Signalwert des Analyseabschnitts (E') entspricht, zu dem der Analysesignalwert generiert wird, unterhalb eines Schwellwerts liegt, und wobei die Mittel zum Bestimmen der Häufigkeitsverteilungen $H_1(X)$, $H_2(X)$ derart angepasst sind, dass die erste Häufigkeitsverteilung $H_1(X)$ für die Signalwerte (X) des Analyseabschnitts (E') bestimmt wird, für die der Analysesignalwert den ersten Wert hat, die zweite Häufigkeitsverteilung $H_2(X)$ für die Signalwerte (X) des Analyseabschnitts (E') bestimmt wird, für die der Analysesignalwert den zweiten Wert hat.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Verfahren zum Erzeugen eines Steuersignals (H) für ein Beatmungsgerät (7) umfassend die folgenden Schritte:

- Erfassen eines Elektromyogramm-Signals (E), das zeitlich aufeinanderfolgende Signalwerte (x) umfasst,

- Transformieren des Elektromyogramm-Signals (E) in ein Bewertungssignal (F) durch Anwenden einer Bewertungsfunktion auf das Elektromyogramm-Signal (E), wobei beim Transformieren einem Signalwert (x) des Elektromyogramm-Signals (E) ein Signalwert (y) des Bewertungssignals (F) zugewiesen wird, wobei die Bewertungsfunktion durch einen Hauptparametersatz bestimmt ist, sodass der Hauptparametersatz festlegt, welchem Signalwert (x) des Elektromyogramm-Signals (E) beim Transformieren bei Anwendung der Bewertungsfunktion welcher Signalwert (y) des Bewertungssignals (F) zugewiesen wird, und

- wobei die Höhe des Signalwerts (y) des Bewertungssignals (F, G) angibt, ob der Signalwert (x) des Elektromyogramm-Signals (E) der Inspirationsphase oder der Expirationsphase zuzuordnen ist, wobei die Bewertungsfunktion eine Funktion des Verhältnisses der Wahrscheinlichkeiten $P_I(x)$, $P_E(x)$ ist, dass der Signalwert (x) des Elektromyogramm-Signals (E) zu der Inspirationsphase oder zu der Expirationsphase gehört, und
- Generieren eines Steuersignals (H) aus zeitlich aufeinander folgenden Signalwerten, das angepasst ist, ein Beatmungsgerät (7) in eine Inspirationsbetriebsart zu schalten, wenn das Bewertungssignal (F, G) dem ersten Zustand entspricht, und in eine Expirationsbetriebsart zu schalten, wenn das Bewertungssignal (F, G) dem zweiten Zustand entspricht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei beim Transformieren das Elektromyogramm-Signal (E) oder das Bewertungssignal (F, G) dadurch geglättet werden, dass jeder Signalwert (x, y) des Elektromyogramm-Signals (E) oder des Bewertungssignals (F, G) als vorgegebener Signalwert (y') behandelt wird und dass jeder vorgegebene Signalwert (y') des Elektromyogramm-Signals (E) oder des Bewertungssignals (F) ersetzt wird durch einen Mittelwert aus Signalwerten des Elektromyogramm-Signals (E) oder des Bewertungssignals (F), die den vorgegebenen Signalwert umfassen können und eine erste Anzahl von zeitlich vor dem vorgegebenen Signalwert (y') liegende Signalwerte umfassen.
 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei der Hauptparametersatz als Tabelle vorliegt, in der für jeden möglichen Signalwert (x) des Elektromyogramm-Signals (E) der zugewiesene Signalwert (y) für das Bewertungssignal (F) enthalten ist, und wobei bei der Anwendung der Bewertungsfunktion einem Signalwert (x) des Elektromyogramm-Signals (E) der der Tabelle entsprechende Wert als Signalwert (y) des Bewertungssignals (F) zugewiesen wird.
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei beim Generieren des Steuersignals (H) jeder Signalwert (y) des Bewertungssignals (F) mit einem Schwellwert verglichen wird, wobei das Steuersignal (H) einen ersten Steuerwert (25) annimmt, wenn der Signalwert (y) des Bewertungssignals (G) oberhalb des Schwellwerts liegt, und wobei das Steuersignal (H) einen zweiten Steuerwert (27) annimmt, wenn der Signalwert (y) des Bewertungssignals (G) unterhalb des Schwellwerts liegt.
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei parallel zum Transformieren des Elektromyogramm-Signals (E) und dem Generieren des Steuersignals (H) folgende Schritte durchgeführt werden:
 - Transformieren eines Analyseabschnitts (E') des Elektromyogramm-Signals (E) in ein zweites Bewertungssignal (F') durch Anwenden der Bewertungsfunktion auf den Analyseabschnitt (E'), wobei beim Transformieren einem Signalwert (X) des Analyseabschnitts (E') ein Signalwert (Y) des zweiten Bewertungssignals (F') zugewiesen wird, wobei die Bewertungsfunktion durch einen Analyseparametersatz bestimmt ist, sodass der Analyseparametersatz festlegt, welchem Signalwert (X) des Analyseabschnitts (E') beim Transformieren bei Anwendung der Bewertungsfunktion welcher Signalwert (Y) des zweiten Bewertungssignals (F') zugewiesen wird, und wobei die Höhe des Signalwerts (Y') des zweiten Bewertungssignals (G') angibt, ob der korrespondierende Signalwert (X) des Analyseabschnitts (E') einer Inspirationsphase oder einer Expirationsphase entspricht,
 - Bestimmen einer ersten Häufigkeitsverteilung $H_1(X)$ für die Signalwerte (X) aus den Teilen des Analyseabschnitts (E'), für die das zweite Bewertungssignal (G') angibt, dass die Inspirationsphase vorliegt,
 - Bestimmen einer zweiten Häufigkeitsverteilung $H_2(X)$ für die Signalwerte (X) aus den Teilen des Analyseabschnitts (E'), für die das zweite Bewertungssignal (G') angibt, dass die Expirationsphase vorliegt,
 - Bestimmen eines erneuerten Parametersatzes aus den Häufigkeitsverteilungen $H_1(X)$, $H_2(X)$ und
 - Übergeben des erneuerten Parametersatzes als Hauptparametersatz.
 6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei als Analyseparametersatz der Hauptparametersatz verwendet wird.
 7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6 sofern abhängig von Anspruch 2, wobei nach dem Transformieren des Analyseabschnitts (E') das zweite Bewertungssignal (F') dadurch geglättet wird, dass jeder Signalwert (Y) des zweiten Bewertungssignals (F') als vorgegebener Signalwert (Y') behandelt wird und dass jeder vorgegebene Signalwert (Y') des zweiten Bewertungssignals (F') ersetzt wird durch einen Mittelwert aus Signalwerten (Y') des zweiten Bewertungssignals (F'), die den vorgegebenen Signalwert (Y') umfassen können und die eine zweite Anzahl von zeitlich vor dem vorgegebenen Signalwert (Y')

liegende Signalwerte umfassen, und
wobei die zweite Anzahl größer als die erste Anzahl
ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei
ein Analysesignal (A) generiert wird, das für jeden
Signalwert (X) des Analyseabschnitts (E') einen
Analysesignalwert enthält,
wobei ein Analysesignalwert einen ersten Wert an-
nimmt, wenn derjenige Signalwert des zweiten Be-
wertungssignals (G'), der dem Signalwert (X) des
Analyseabschnitts (E') entspricht, zu dem der Ana-
lysesignalwert generiert wird, oberhalb eines
Schwellwerts liegt,
wobei ein Analysesignalwert einen zweiten Wert an-
nimmt, wenn derjenige Signalwert (X) des zweiten
Bewertungssignals (G'), der dem Signalwert des
Analyseabschnitts (E') entspricht, zu dem der Ana-
lysesignalwert generiert wird, unterhalb eines
Schwellwerts liegt,
wobei die erste Häufigkeitsverteilung $H_1(X)$ für die
Signalwerte (X) des Analyseabschnitts (E') bestimmt
wird, für die der Analysesignalwert den ersten Wert
hat, und
wobei die zweite Häufigkeitsverteilung $H_2(X)$ für die
Signalwerte (X) des Analyseabschnitts (E') bestimmt
wird, für die der Analysesignalwert den zweiten Wert
hat.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, sofern
abhängig von Anspruch 3, wobei der erneuerte Pa-
rametersatz als Tabelle aufgebaut ist, die jedem
möglichen Signalwert des Elektromyogramm-Sig-
nals (x) einen Signalwert y des Bewertungssignals
(F) zuweist, und
wobei für einen Signalwert x des Elektromyogramm-
Signals, der in einem Intervall um einen Basiswert
liegt, der zugewiesene Signalwert y der Tabelle eine
Funktion des Verhältnisses des Wertes der ersten
Häufigkeitsverteilung $H_1(x)$ für den Signalwert x zu
dem Wert der zweiten Häufigkeitsverteilung $H_2(x)$
für den Signalwert x ist.
10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der zugewiesene
Signalwert für Signalwerte x des Elektromyogramm-
Signals (E) aus einem Randintervall, das außerhalb
des Intervalls liegt, einen konstanten Wert hat.
11. Vorrichtung zum Erzeugen eines Steuersignals (H)
für ein Beatmungsgerät (7), die einen Signaleingang
zum Erfassen eines Elektromyogramm-Signals (E),
das zeitlich aufeinanderfolgende Signalwerte (x)
umfasst, aufweist sowie
 - Mittel zum Transformieren des Elektromyo-
gramm-Signals (E) in ein Bewertungssignal (F)
durch Anwenden einer Bewertungsfunktion auf
das Elektromyogramm-Signal (E), wobei beim

Transformieren einem Signalwert (x) des Elek-
tromyogramm-Signals (E) ein Signalwert (y) des
Bewertungssignals (F) zugewiesen wird,
wobei die Bewertungsfunktion durch einen
Hauptparametersatz bestimmt ist, sodass der
Hauptparametersatz festlegt, welchem Signal-
wert (x) des Elektromyogramm-Signals (E) beim
Transformieren bei Anwendung der Bewer-
tungsfunktion welcher Signalwert (y) des Be-
wertungssignals (F) zugewiesen wird, und
wobei die Höhe des Signalwerts (y) des Bewer-
tungssignals (F, G) angibt, ob der Signalwert (x)
des Elektromyogramm-Signals (E) der Inspira-
tionsphase oder der Expirationsphase zuzu-
ordnen ist, wobei die Bewertungsfunktion eine
Funktion des Verhältnisses der Wahrähnlich-
keiten $P_I(x)$, $P_E(x)$ ist, dass der Signalwert (x)
des Elektromyogramm-Signals (E) zu der Inspi-
rationsphase oder zu der Expirationsphase ge-
hört, und
- Mittel umfasst zum Generieren eines Steuer-
signals (H) aus zeitlich aufeinander folgenden
Signalwerten, das angepasst ist, ein Beat-
mungsgerät (7) in eine Inspirationsbetriebsart
zu schalten, wenn das Bewertungssignal (F, G)
der Inspirationsphase entspricht, und in eine Ex-
pirationsbetriebsart zu schalten, wenn das Be-
wertungssignal (F, G) der Expirationsphase
entspricht.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei die Mittel zum
Transformieren derart ausgestaltet sind, dass der
Hauptparametersatz als Tabelle hinterlegt ist, in der
für jeden möglichen Signalwert (x) des Elektromyo-
gramm-Signals (E) der zugewiesene Signalwert (y)
für das Bewertungssignal (F) enthalten ist, wobei bei
der Anwendung der Bewertungsfunktion einem Si-
gnalwert (x) des Elektromyogramm-Signals (E) der
der Tabelle entsprechende Wert als Signalwert (y)
des Bewertungssignals (F) zugewiesen wird.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12 mit

- Mitteln zum Transformieren eines Analyseab-
schnitts (E') des Elektromyogramm-Signals (E)
in ein zweites Bewertungssignal (F') durch An-
wenden der Bewertungsfunktion auf den Analy-
seabschnitt (E'), wobei beim Transformieren ei-
nem Signalwert (X) des Analyseabschnitts (E')
ein Signalwert (Y) des zweiten Bewertungssig-
nals (F') zugewiesen wird,
wobei die Bewertungsfunktion durch einen Ana-
lyseparametersatz bestimmt ist, sodass der
Analyseparametersatz festlegt, welchem Sig-
nalwert (X) des Analyseabschnitts (E') beim
Transformieren bei Anwendung der Bewer-
tungsfunktion welcher Signalwert (Y) des zwei-
ten Bewertungssignals (F) zugewiesen wird,

und

wobei die Höhe des Signalwerts (Y') des zweiten Bewertungssignals (G') angibt, ob der korrespondierende Signalwert (X) des Analyseabschnitts (E') der Inspirationsphase oder der Expirationsphase entspricht, 5

- Mitteln zum Bestimmen einer ersten Häufigkeitsverteilung $H_1(X)$ für die Signalwerte (X) aus den Teilen des Analyseabschnitts (E'), für die das zweite Bewertungssignal (G') angibt, dass die Inspirationsphase vorliegt, 10
- Mitteln zum Bestimmen einer zweiten Häufigkeitsverteilung $H_2(X)$ für die Signalwerte (X) aus den Teilen des Analyseabschnitts (E'), für die das zweite Bewertungssignal (G') angibt, dass die Expirationsphase vorliegt, 15
- Mitteln zum Bestimmen eines erneuerten Parametersatzes aus den Häufigkeitsverteilungen $H_1(X)$, $H_2(X)$ und
- Mitteln zum Übergeben des erneuerten Parametersatzes als Hauptparametersatz, 20

wobei die Mittel zum Transformieren des Analyseabschnitts (E'), die Mittel zum Bestimmen der ersten und zweiten Häufigkeitsverteilung $H_1(X)$, $H_2(X)$, die Mittel zum Bestimmen des erneuerten Parametersatzes und die Mittel zum Übergeben des erneuerten Parametersatzes ausgestaltet sind, parallel zu den Mittel zum Transformieren des Elektromyogramm-Signals (E) und denen zum Generieren des Steuerungssignals (H) zu arbeiten. 25 30

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei Mittel vorgesehen sind, ein Analysesignal (A) zu generieren, das für jeden Signalwert (X) des Analyseabschnitts (E') einen Analysesignalwert enthält, wobei ein Analysesignalwert einen ersten Wert annimmt, wenn derjenige Signalwert des zweiten Bewertungssignals (G'), der dem Signalwert (X) des Analyseabschnitts (E') entspricht, zu dem der Analysesignalwert generiert wird, oberhalb eines Schwellwerts liegt, 35 40
- wobei ein Analysesignalwert einen zweiten Wert annimmt, wenn derjenige Signalwert (X) des zweiten Bewertungssignals (G'), der dem Signalwert des Analyseabschnitts (E') entspricht, zu dem der Analysesignalwert generiert wird, unterhalb eines Schwellwerts liegt, 45
- und wobei die Mittel zum Bestimmen der Häufigkeitsverteilungen $H_1(X)$, $H_2(X)$ derart angepasst sind, dass die erste Häufigkeitsverteilung $H_1(X)$ für die Signalwerte (X) des Analyseabschnitts (E') bestimmt wird, für die der Analysesignalwert den ersten Wert hat, die zweite Häufigkeitsverteilung $H_2(X)$ für die Signalwerte (X) des Analyseabschnitts (E') bestimmt wird, für die der Analysesignalwert den zweiten Wert hat. 50 55

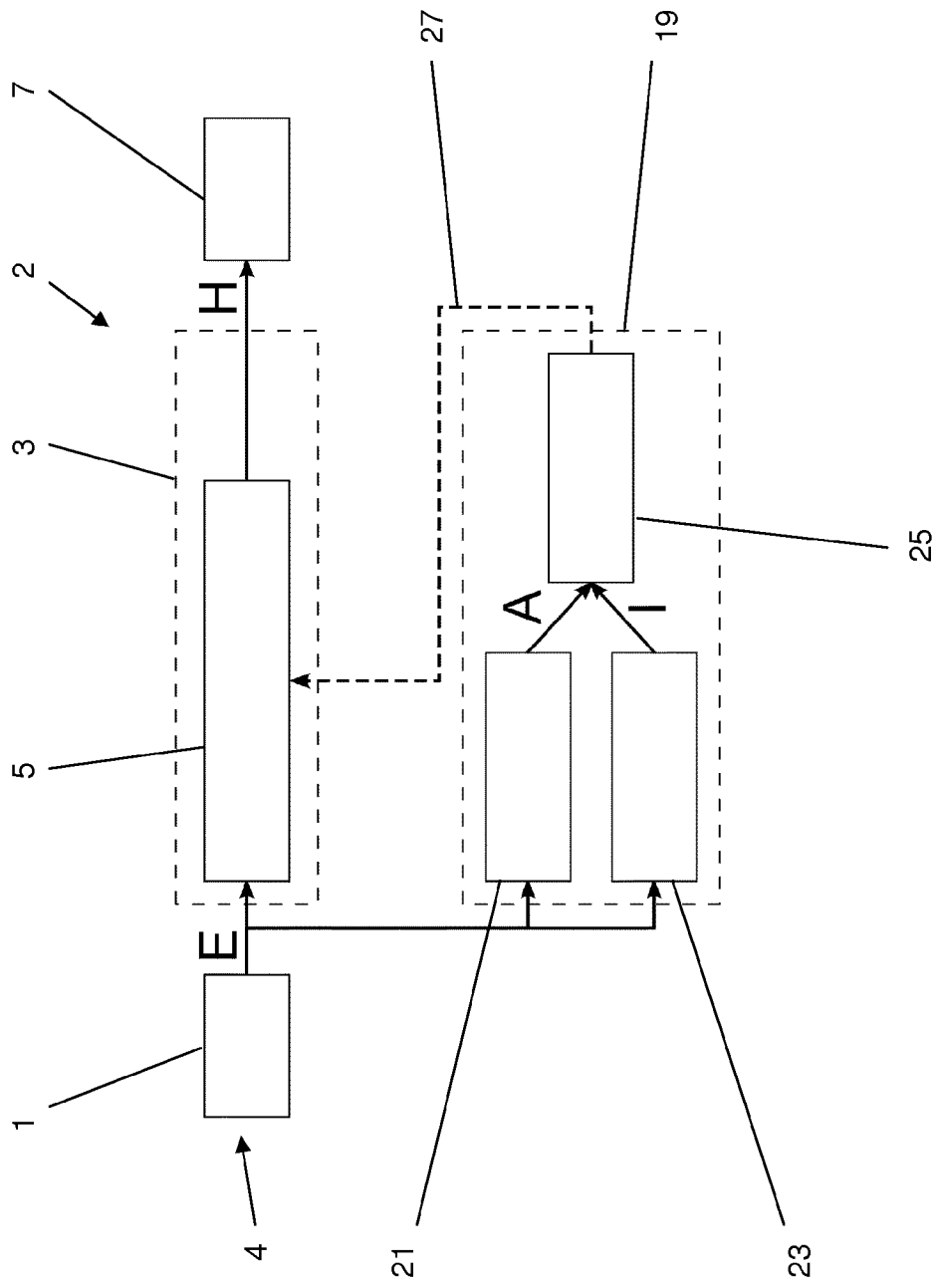


Fig. 1

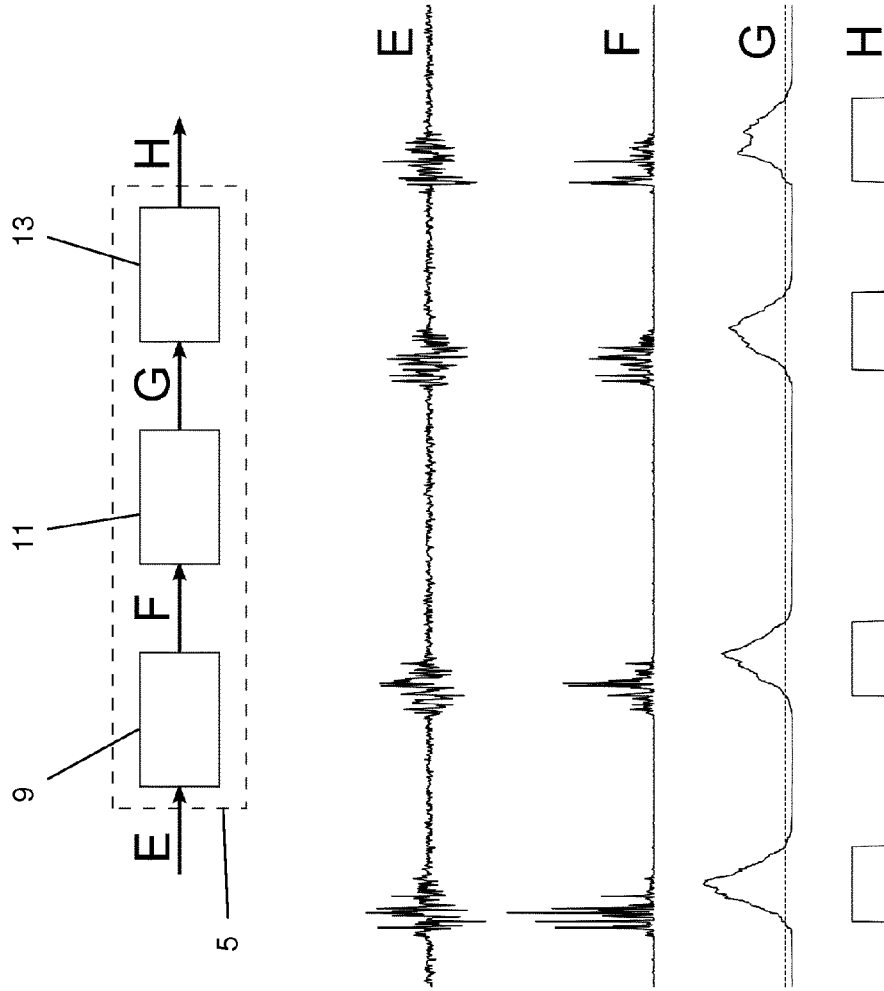


Fig. 2

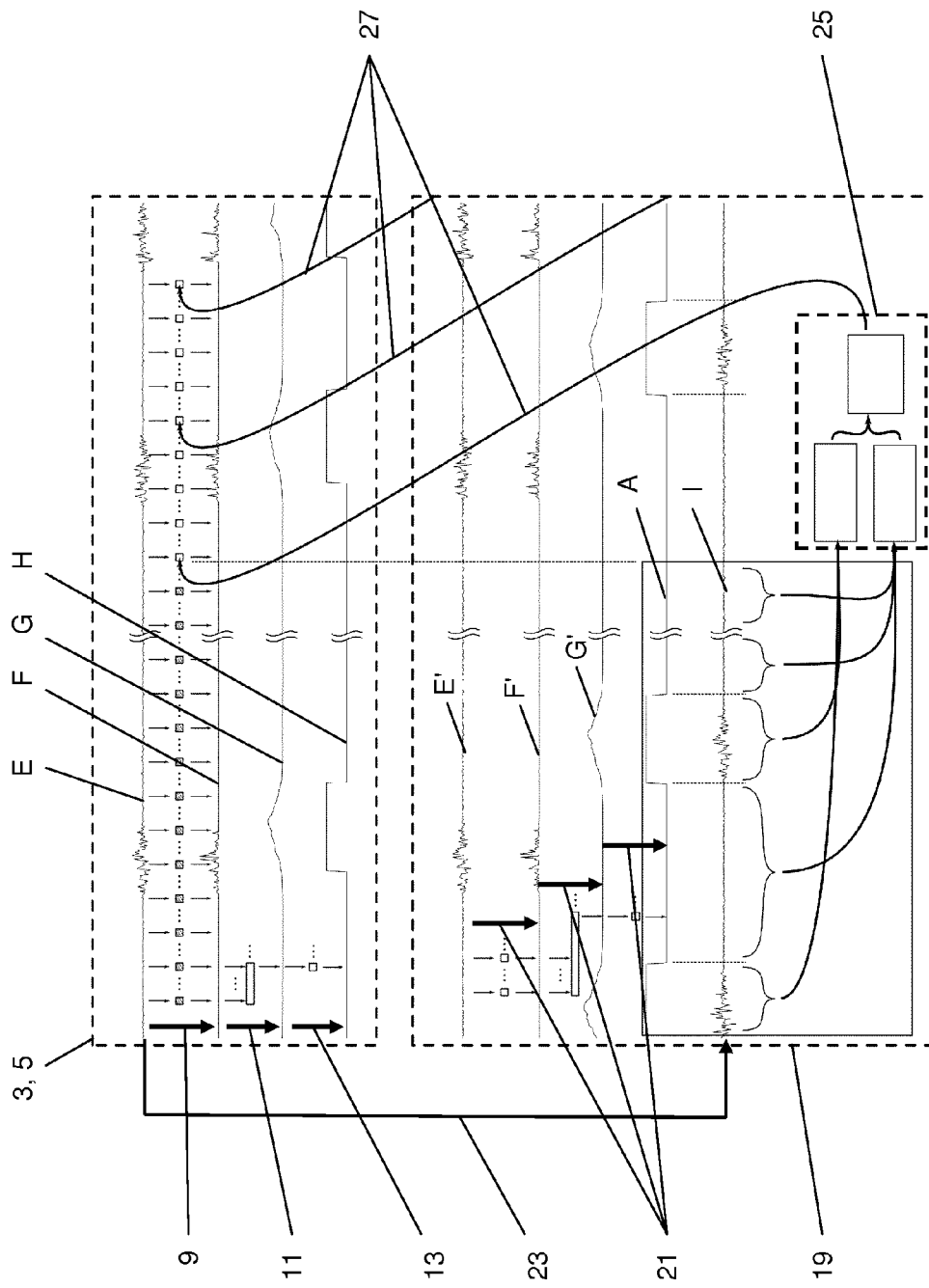


Fig. 3

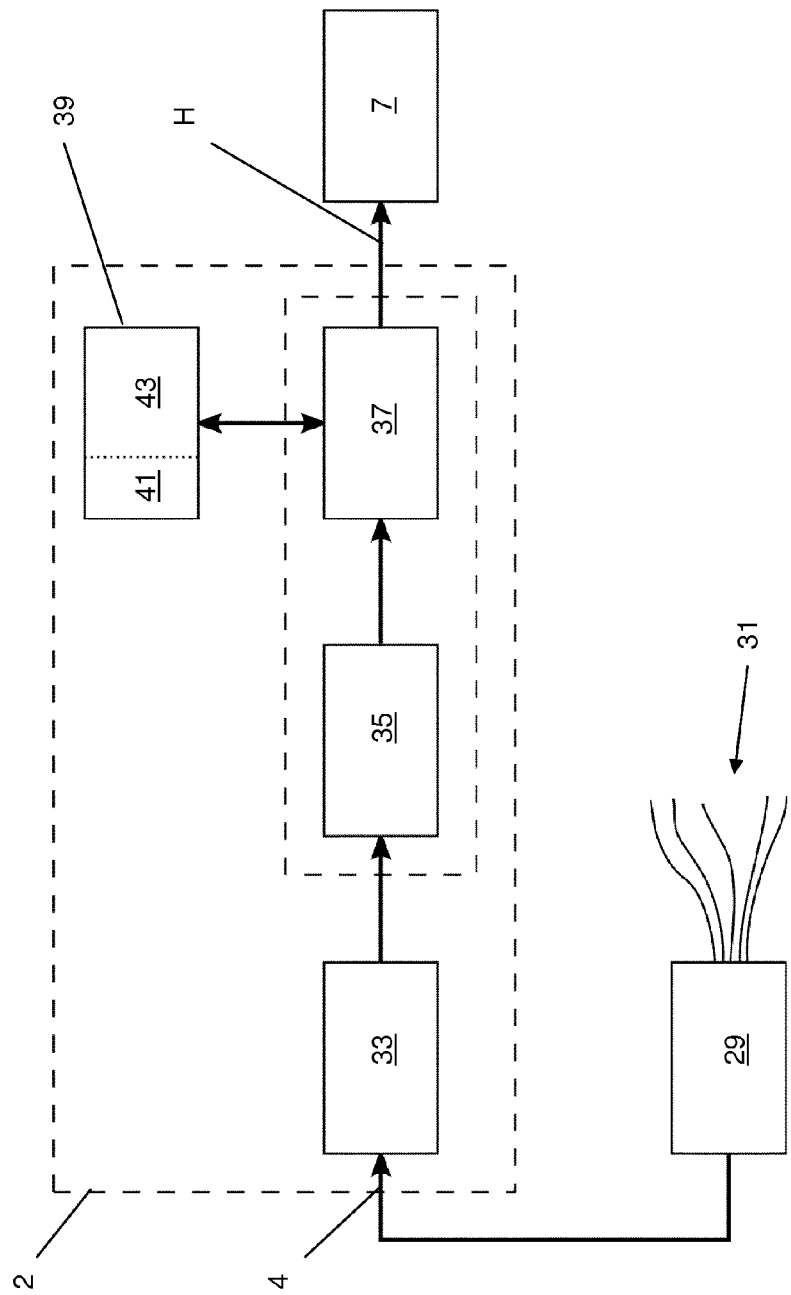


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 18 3413

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2010 055242 A1 (DRAEGER MEDICAL GMBH [DE]) 21. Juni 2012 (2012-06-21)	1-4,12, 13	INV. A61M16/00
A	* Absätze [0015] - [0017], [0020] - [0023]; Abbildung 1 *	5-11	

A	DE 699 21 782 T2 (UNIV MONTREAL MONTREAL [CA]) 27. Oktober 2005 (2005-10-27)	1-15	
	* Absätze [0009] - [0014]; Ansprüche 1, 2 *		

A	DE 10 2007 062214 B3 (DRAEGER MEDICAL AG [DE]) 6. August 2009 (2009-08-06)	1-15	
	* Absätze [0028] - [0039], [0063] - [0066]; Abbildung 2 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			A61M A61B
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		6. Februar 2014	Böttcher, Stephanie
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
A : technologischer Hintergrund		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
O : mündliche Offenbarung		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 13 18 3413

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-02-2014

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010055242 A1	21-06-2012	DE 102010055242 A1	21-06-2012
		EP 2465561 A1	20-06-2012
		US 2012152249 A1	21-06-2012

DE 69921782 T2	27-10-2005	AT 281863 T	15-11-2004
		AU 2706899 A	15-09-1999
		CA 2230857 A1	27-08-1999
		DE 69921782 D1	16-12-2004
		DE 69921782 T2	27-10-2005
		EP 1056499 A1	06-12-2000
		JP 4567186 B2	20-10-2010
		JP 2002504405 A	12-02-2002
		US 6588423 B1	08-07-2003
		WO 9943374 A1	02-09-1999

DE 102007062214 B3	06-08-2009	DE 102007062214 B3	06-08-2009
		GB 2455844 A	24-06-2009
		SE 0802624 A	22-06-2009
		US 2009159082 A1	25-06-2009

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1056499 B1 [0006]
- US 4915103 A [0006]

专利名称(译)	用于产生呼吸设备的控制信号的方法和设备		
公开(公告)号	EP2845616A1	公开(公告)日	2015-03-11
申请号	EP2013183413	申请日	2013-09-06
[标]申请(专利权)人(译)	德尔格医疗有限责任公司		
申请(专利权)人(译)	德尔格医疗GMBH		
当前申请(专利权)人(译)	德尔格医疗GMBH		
[标]发明人	KAHL LORENZ EGER MARCUS		
发明人	KAHL, LORENZ EGER, MARCUS		
IPC分类号	A61M16/00 A61B5/0488 A61B5/00 A61B5/08		
代理机构(译)	UEXKÜLL & STOLBERG		
其他公开文献	EP2845616B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开的是用于产生通气机的控制信号和用于执行这样的方法，其特征在于，该包括以下步骤的一个装置的方法，包括：检测包括时间上连续的信号值的肌电信号，通过变换肌电信号到评估信号应用加权函数来肌电信号和评估信号的信号值被分配在改造肌电信号，其中，所述评价函数由主参数集确定的信号值，从而使主参数集决定了肌电信号的该信号值而变换的应用程序评价函数被分配给评估信号的该信号值，并且其中，指示所述评估信号的信号值的电平，肌电信号是否entspric第一状态或第二状态HT，以及从时间上相继的信号值的控制信号，适于通气机在吸气模式连接，如果评估信号对应于第一状态，而当评估信号对应于所述第二状态切换到Exspirationsbetriebsart。

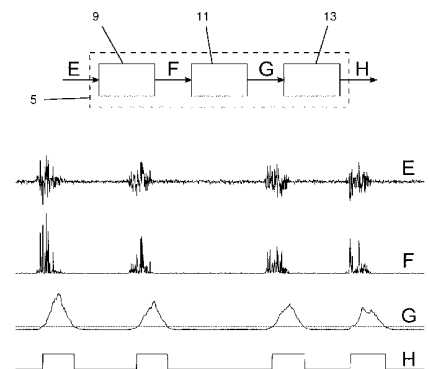


Fig. 2