



(10) **DE 10 2006 032 860 B4** 2011.07.14

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 032 860.4**
(22) Anmeldetag: **14.07.2006**
(43) Offenlegungstag: **24.01.2008**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **14.07.2011**

(51) Int Cl.: **G08B 21/02** (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01)
A61B 5/08 (2006.01)
A61M 16/01 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Dräger Medical GmbH, 23558, Lübeck, DE

(72) Erfinder:
**Heesch, Ralf, 23568, Lübeck, DE; Schmid, Robert,
23562, Lübeck, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	199 60 153	A1
DE	100 15 026	A1
DE	36 29 126	A1
US	54 58 137	A
US	45 50 726	A
US	43 65 636	A
EP	0 046 570	A2
WO	03/0 33 048	A2
WO	93/10 844	A1

(54) Bezeichnung: **Überwachungseinrichtung für eine Narkosevorrichtung und Verfahren**

(57) Hauptanspruch: Überwachungseinrichtung für eine Narkosevorrichtung eines Patienten, wobei die Überwachungseinrichtung aufweist:

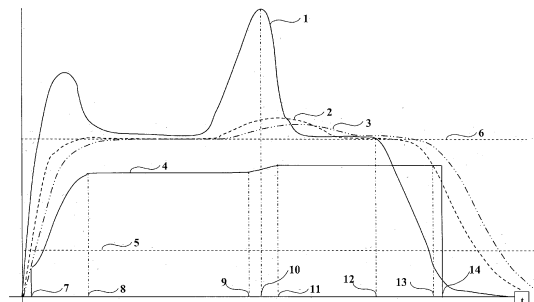
Mittel zum Bestimmen wenigstens eines MAC-Wertes wenigstens eines Gases bei der Anästhesie;

eine Einrichtung zum Filtern des wenigstens einen MAC-Wertes über einen Zeitraum;

eine Einrichtung zum automatischen Festsetzen einer unteren oder oberen Warngrenze (4), wenn wenigstens ein MAC-Wert des wenigstens einen Gases über einem unteren Schwellenwert (5) liegt;

wenigstens eine aktivierbare Alarmeinrichtung zum Ausgeben eines Alarms, wenn in einem aktivierten Zustand der Alarmeinrichtung der wenigstens eine MAC-Wert unter einer unteren oder über einer oberen Warngrenze (4) liegt, wobei die Überwachungseinrichtung wenigstens eine Einrichtung zum automatischen Aktivieren der Alarmeinrichtung aufweist, wenn der wenigstens eine MAC-Wert, bei dessen Unterschreiten der unteren Warngrenze oder Überschreiten der oberen Warngrenze (4) ein Alarm ausgegeben wird, über dem unteren Schwellenwert (5) liegt;

und wobei die Einrichtung zum automatischen Festsetzen die untere oder obere Warngrenze (4) auf einen Wert festsetzt, welcher einen...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Überwachungseinrichtung für eine Narkosevorrichtung gemäß dem Anspruch 1. Sie betrifft zudem ein Verfahren zum Ausgeben eines Alarms gemäß dem Anspruch 11.

[0002] Eine Vorrichtung zur Erkennung von Lebensparametern geht aus der DE 199 60 153 A1 hervor, wobei am menschlichen Körper entsprechende Sensoren angeordnet sind, die nach Erreichen von Grenzwerten oder nach einem Algorithmus aktiviert werden, so dass die Gesundheitsgefährdung berechnet und/oder durch Experten beurteilt wird.

[0003] Eine Drucküberwachungseinrichtung für eine Atmungs Vorrichtung mit einem druckempfindlichen Fühler element ist aus der DE 36 29 126 A1 bekannt geworden, wobei ein Signal abgegeben wird, wenn eine an einem Grenzwertkomparator vorgegebene Druckschwelle über- oder unterschritten wird.

[0004] In der US 5,458,137 A wird eine Vorrichtung für die Überwachung von Schlafstörungen angegeben, wobei Druckschwankungen in Abhängigkeit von vorgegebenen Schwellenwerten ausgewertet werden.

[0005] Aus der US 4,365,636 A geht eine weitere Vorrichtung zur Überwachung von Schlafstörungen hervor, wobei ein Vergleich mit einem unteren Schwellenwert für eine minimale Atemaktivität stattfindet.

[0006] Mittels der in der US 4,550,726 A beschriebenen Anordnung wird die Unterbrechung der Atemgasversorgung für einen Patienten überwacht.

[0007] Aus der WO 93/10844 A1 geht ein Beatmungsgerät für Neugeborene hervor, wobei die erfassten Atemsignale für die Steuerung des Beatmungsgerätes verwendet werden.

[0008] Eine Überwachungseinrichtung für die maschinelle Beatmung eines Patienten gemäß EP 0 046 570 A2 gibt ein Signal ab, wenn der gemessene Atemwegsdruck unterhalb eines gespeicherten Mittelwertes abfällt.

[0009] Eine Anordnung mit einem Regelkreis zur Regelung eines numerischen Wertes für die Patientenbeatmung geht aus der DE 100 15 026 A1 hervor.

[0010] Eine Narkosevorrichtung mit einer Überwachungseinrichtung für verschiedene Anästhesiemittel wird in der WO 03/033048 A2 angegeben.

[0011] In der Praxis kommen Behandlungsvorrichtungen wie insbesondere Narkosevorrichtungen zum

Anästhesieren eines Patienten in der Regel in Verbindung mit wenigstens einer Überwachungseinrichtung zur Überwachung von Behandlungsparametern wie Beatmungsparametern, Narkoseparametern und/oder Vitalparametern des anästhesierten Patienten zum Einsatz.

[0012] Diese Überwachungseinrichtungen können in die jeweiligen Behandlungsvorrichtungen direkt integriert oder aber als unabhängige, externe Überwachungseinrichtungen vorgesehen sein, und geben bei Eintreten bestimmter Umstände einen Alarm oder eine Alarmmeldung aus. Die Überwachungseinrichtungen können als so genannte Monitore ausgestaltet sein.

[0013] Bei der Verwendung solcher Überwachungseinrichtungen ist es üblich, für die zu überwachenden Parameter jeweils Grenzwerte vorzugeben, bei deren Über- oder Unterschreiten eine Alarmmeldung ausgelöst wird. Die Einstellung dieser auch als Alarmgrenzen bezeichneten Grenzwerte erfolgt üblicherweise durch den behandelnden Arzt oder sein Team, ganz generell durch den Bediener der Behandlungsvorrichtung.

[0014] Beim Einsatz solcher Überwachungseinrichtungen des Standes der Technik treten Fehler bei der Alarmauslösung auf, welche direkt oder indirekt nachteilig für die überwachte Behandlung, für die Gesundheit und/oder das Wohlbefinden des behandelten Patienten sein können. Ein solcher Fehler bei der Alarmauslösung ist beispielsweise dann gegeben, wenn in einem tatsächlich eintretenden alarmwürdigen Fehlerfall kein Alarm ausgelöst wird (falsch negativer Alarm). Dies kann auf zu großzügig eingestellten Alarmgrenzen bzw. deaktivierten Alarmgrenzen beruhen. Regelmäßig kommt es aber auch zu Alarmmeldungen bei ordnungsgemäß verlaufender Narkose oder Behandlung ohne Auftreten einer Situation, in welcher ein Alarm hätte ausgelöst werden müssen (falsch positiver Alarm, auch als Fehlalarm bezeichnet). Dies kann auf zu streng eingestellten Alarmgrenzen beruhen.

[0015] Das Auftreten eines falsch negativen Alarms birgt die große Gefahr, dass der Arzt, der sich auf einen Alarm für den Fall einer Fehlfunktion der Behandlungsvorrichtung (insbesondere der Narkosevorrichtung) oder für den Fall des Abweichens eines Parameters aus dessen Zielbereich verlässt, mangels dieses Alarms den tatsächlich gegebenen Fehler nicht oder erst spät entdeckt.

[0016] Falsch positive Alarmmeldungen oder Fehlalarme sind hingegen nicht unmittelbar gefährlich für die Gesundheit des Patienten, sie können jedoch mittelbar gefährlich sein. So wären Fehlalarme geeignet, den Arzt von seiner eigentlichen Arbeit abzulenken oder gar abzuhalten. Gefährlich könnten Fehl-

alarme auch deshalb sein, weil ihr wiederholtes Auftreten vom Arzt oder seinem Team zum Anlass genommen werden könnte, künftigen, Alarmen generell nicht mehr die erforderliche Aufmerksamkeit zu schenken, künftige Alarme generell zu missachten, oder die Alarmeinrichtung der Überwachungseinrichtung gar zu deaktivieren, um künftige Alarme ganz zu vermeiden.

[0017] Eine solche, oft nur als vorübergehende Maßnahme beabsichtigte Deaktivierung der Alarmeinrichtung durch den Arzt könnte regelmäßig auch erfolgen, um sich eine Vielzahl von Fehlalarmen bei Narkosevorrichtungen beispielsweise bedingt durch den für manche Narkosen üblichen Verlauf wie etwa das langsame Anfluten eines Anästhesiegases bei der Narkoseeinleitung bis auf eine Zielkonzentration – zu ersparen. Später besteht hierbei die Gefahr, dass vergessen wird, die Alarmeinrichtung manuell wieder zu aktivieren. Tritt in einem solchen Fall ein an sich alarmwürdiger Fehlerfall ein, so erfolgt aufgrund der vorgenommenen Deaktivierung jedoch kein Alarm (falsch negativer Alarm), womit ein Sicherheitsrisiko für den Patienten einhergehen kann. Ein Senken der Alarmgrenzen hin zu einer großzügigen Alarmeinstellung zur Vermeidung von Fehlalarmen erhöht wiederum die Gefahr von falsch negativen Alarmen, also dem Ausbleiben berechtigter und erforderlicher Alarmmeldungen.

[0018] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher, eine Überwachungseinrichtung zur Überwachung einer Narkose sowie eine hiermit ausgestaltete Narkosevorrichtung und insbesondere eine Narkosevorrichtung mit einer automatischen Aktivierung einer Alarmeinrichtung zur Vermeidung oder Verringerung zumindest falsch positiver Alarme bei gleichzeitig möglichst hoher Sicherheit für den Patienten zu schaffen. Ziel der vorliegenden Erfindung ist es zudem, ein entsprechendes Verfahren zum Ausgeben eines Alarms anzugeben.

[0019] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird gelöst durch eine Überwachungseinrichtung gemäß dem Anspruch 1 und durch das Verfahren gemäß dem Anspruch 11.

[0020] Erfindungsgemäß wird somit eine Überwachungseinrichtung für eine Narkosevorrichtung eines Patienten vorgeschlagen, wobei die Überwachungseinrichtung Mittel zum Bestimmen wenigstens eines MAC-Wertes wenigstens eines Gases bei der Anästhesie aufweist sowie eine Einrichtung zum Filtern des wenigstens einen MAC-Wertes über einen Zeitraum, eine Einrichtung zum automatischen Festsetzen einer unteren oder oberen Warngrenze (4), wenn wenigstens ein MAC-Wert des wenigstens einen Gases über einem unteren Schwellenwert (5) liegt, wenigstens eine aktivierbare Alarmeinrichtung zum Ausgeben eines Alarms, wenn in einem aktivierten

Zustand der Alarmeinrichtung der wenigstens eine MAC-Wert unter einer unteren oder über einer oberen Warngrenze (4) liegt, wobei die Überwachungseinrichtung wenigstens eine Einrichtung zum automatischen Aktivieren der Alarmeinrichtung aufweist, wenn der wenigstens eine MAC-Wert, bei dessen Unterschreiten der unteren Warngrenze oder Überschreiten der oberen Warngrenze (4) ein Alarm ausgegeben wird, über dem unteren Schwellenwert (5) liegt, und wobei die Einrichtung zum automatischen Festsetzen die untere oder obere Warngrenze (4) auf einen Wert festsetzt, welcher einen vorbestimmbaren Prozentanteil des niedrigsten oder höchsten der zur Festsetzung der Warngrenze (4) berücksichtigten MAC-Werte, inspiratorischer MAC-Wert (1) und/oder expiratorischer MAC-Wert (2) und/oder in Abhängigkeit von der Wirkzeit gefilterter MAC-Wert (3) und/oder wenigstens ein weiterer MAC-Wert, des wenigstens einen Gases beträgt.

[0021] Die vorliegende Erfindung wird im Folgenden am Beispiel einer ebenfalls von der Erfindung umfassten und beanspruchten Überwachungseinrichtung für eine Narkosevorrichtung zum Anästhesieren eines Patienten mittels wenigstens eines Anästhesiegases erläutert. Die Überwachungseinrichtung für die Narkosevorrichtung steht hierbei stellvertretend für jede Art einer Überwachungseinrichtung, auf welche die Erfindung ebenfalls anzuwenden ist. Weitere erfindungsgemäße Beispiele werden weiter unten ebenfalls erläutert.

[0022] Beim Anwenden der erfindungsgemäßen Überwachungseinrichtung für die Überwachung einer Narkoseeinrichtung weist sie zumindest ein Mittel zum Bestimmen wenigstens eines MAC-Wertes dieses Anästhesiegases als Behandlungsparameter auf. Ist die Überwachungsvorrichtung jedoch für die Überwachung einer anderen Behandlungsvorrichtung als einer Narkosevorrichtung vorgesehen, so kann das wenigstens eine Gas auch ein Gas sein, welches nicht zum Zwecke der Anästhesie, sondern beispielsweise zur Beatmung eingesetzt wird, wie dies unten stehend erläutert wird. In einem solchen Fall kann anstelle eines MAC-Wertes ein anderer Parameter, beispielsweise eine Konzentration, ein Druck, ein Volumen, ein Verhältnis solcher Parameter oder Änderungen solcher Parameter bestimmt werden.

[0023] Der Begriff "MAC-Wert" wird hier in Übereinstimmung mit seinem Gebrauch in der einschlägigen Literatur verwendet. Er steht im Rahmen der vorliegenden Erfindung für den Wert einer minimalen alveolären Konzentration eines Anästhesiegases, bei dem 50 Prozent aller Patienten auf eine Inzision (engl.: incision) nicht mehr mit einer Abwehrbewegung reagieren. Dabei kann der zugrunde gelegte MAC-Wert ein nicht auf das Alter des Patienten korrigierter MAC-Wert (bezeichnet als MAC₄₀-Wert, stell-

vertretend für einen etwa 40jährigen Patienten) sein oder auch ein auf das Alter des jeweiligen Patienten korrigierter MAC-Wert. Es unterliegt dem Fachmann, bei gegebenen Fragestellungen alternativ den alterskorrigierten MAC- oder den MAC_{40} -Wert bei der Ausführung der vorliegenden Erfindung zu berücksichtigen. Eine solche Bestimmung des MAC-Wertes kann beispielsweise in kurzen zeitlichen Abständen wie etwa alle paar Millisekunden oder Atemzugs aufgelöst (beispielsweise einmal pro Atemzyklus) erfolgen. Die Messung kann als Side-Stream-Messung erfolgen, mittels Küvette und Infrarot, oder auf andere Weise. Das Vorgehen bei der Bestimmung eines MAC-Wertes bezogen auf einen bestimmten Patienten und eine gegebene Narkosesituation ist dem Fachmann daher als solches bekannt und nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

[0024] Der mittels der erfindungsgemäßen Überwachungseinrichtung bestimmte wenigstens eine MAC-Wert ist ein vom Fachmann ausgewählter MAC-Wert. Es kann sich hierbei um einen inspiratorischen MAC-Wert (MAC_{insp}), und/oder einen expiratorischen MAC-Wert (MAC_{exp}) und/oder einen in Abhängigkeit der Wirkzeit des jeweiligen, verwendeten Anästhesiegases gefilterten MAC-Wert ($MAC_{exspfit}$) des wenigstens einen eingesetzten Anästhesiegases und/oder weitere MAC-Werte handeln. Sofern der Fachmann einen Vorteil in der Bestimmung eines weiteren, hier nicht ausdrücklich genannten MAC-Wertes oder in der Verwendung eines modifizierten MAC-Wertes erkennt, so ist erfindungsgemäß auch dessen Bestimmung und Verwendung vorgesehen. Für den Fachmann ist aus dem oben Gesagten ersichtlich, dass erfindungsgemäß auch vorgesehen ist, nur einen MAC-Wert zu bestimmen.

[0025] Die Bestimmung des MAC-Wertes kann hierbei im inspiratorischen ("inspiratorischer MAC-Wert") und/oder expiratorischen ("expiratorischer MAC-Wert") Atemgas des anästhesierten Patienten beispielsweise im Bereich des Y-Stücks erfolgen. Der Begriff "inspiratorischer MAC-Wert" bezieht sich daher auf einen solchen MAC-Wert, bei welchem wenigstens eine im Inspirationsgas gemessene Konzentration – insbesondere des wenigstens einen eingesetzten Anästhesiegases – einfließt, beim "expiratorischen MAC-Wert" ist es wenigstens eine Konzentration aus dem Expirationsgas oder dem ausgeatmeten Atemgas, das heißt die Konzentration zumindest eines bestimmten Gases in einem Gasgemisch.

[0026] In dem in Abhängigkeit der Wirkzeit des wenigstens einen Anästhesiegases gefilterten MAC-Wert ist jene Zeit rechnerisch zumindest näherungsweise berücksichtigt, die bis zum Eintreten der Wirkung dieses Gases im Körper vergeht. Für diese Filterung sind dem Fachmann unterschiedliche Verfahren bekannt. Er wählt das für die jeweils gegebenen

Umstände in seinen Augen geeignetste Verfahren. Die vorliegende Erfindung ist in ihrer allgemeinsten Ausführung auf keines dieser Verfahren zur Filterung festgelegt. In einem Beispiel für eine solche Filterung wird der MAC-Wert, welcher die Wirkzeit berücksichtigt, über jene Zeit gefiltert, welche zwischen dem Messen des expiratorischen MAC-Wertes (MAC_{exp}) und dem Eintritt der beabsichtigten Wirkung im Körper vergeht. Bei Einsatz von mehr als nur einem dosierten Anästhesiegas kann sich somit der resultierende MAC-Wert aus der Addition der einzelnen beteiligten, mit unterschiedlichen Wirkzeitkonstanten gefilterten MAC-Werte ergeben.

[0027] Die erfindungsgemäße Überwachungseinrichtung weist ferner eine aktivierbare Alarmeinrichtung zum Ausgeben eines Alarms auf, wenn in einem aktivierten Zustand der Alarmeinrichtung der wenigstens eine bestimmte MAC-Wert unterhalb einer Warngrenze liegt oder auf einen Wert abfällt, der auf oder unterhalb dieser Warngrenze liegt. Diese Warngrenze kann fest an der Narkosevorrichtung („vorrichtungsseitig“) eingestellt sein oder vom Arzt bzw. Bediener der Narkosevorrichtung im Einzelfall festgelegt werden. Ein Alarm wird durch die Überwachungseinrichtung daher nur für den Fall ausgegeben, dass einerseits die Alarmeinrichtung aktiviert ist, und dass andererseits mindestens einer der bestimmten MAC-Werte unter die Warngrenze fällt oder gefallen ist.

[0028] Die erfindungsgemäße Überwachungseinrichtung weist zudem eine Einrichtung zum automatischen Aktivieren der Alarmeinrichtung auf. Als Grundeinstellung kann die Alarmeinrichtung vorrichtungsseitig somit deaktiviert sein. Die automatische Aktivierung erfolgt, wenn der wenigstens eine MAC-Wert über einem unteren Schwellenwert liegt oder über diesen hinaus gestiegen ist. Wie auch die untere Warngrenze kann der untere Schwellenwert vorrichtungsseitig fest vorgegeben sein, er kann alternativ auch vom Arzt einstellbar sein. Es ist erfindungsgemäß aber beispielsweise auch möglich, dass der untere Schwellenwert oder auch die untere Warngrenze automatisch in Abhängigkeit von weiteren Umständen festgelegt werden.

[0029] Die vorliegende Erfindung zeichnet sich vorteilhaft dadurch aus, dass die Alarmeinrichtung zum Ausgeben eines Alarms einerseits erst dann automatisch aktiviert wird, wenn beispielsweise ein erster Abschnitt einer Narkose – in welchem bedingt durch das langsame Anfluten der Anästhesiegase oder des Anästhesiegases typischerweise die meisten Fehlalarme, speziell falsch positive Alarme ausgelöst werden – abgeschlossen ist und gewisse MAC-Konzentrationen im Inspirations- oder Expirationsgas erreicht wurden. Hierdurch wird das Auftreten von Fehlalarmen sowie Alarmen, welche ausgelöst werden, weil bestimmte Gaskonzentrationen eine untere Warn-

grenze noch nicht erreichen oder übersteigen konnten, vorteilhaft verhindert. Der Arzt wird durch diese gar nicht erst ausgelösten Alarme folglich auch nicht von seiner Arbeit abgelenkt. Der Arzt hat aus demselben Grund zudem keine Motivation, die Alarmeinrichtung zu deaktivieren, und er kann folglich ihre auf eine Deaktivierung hin erforderliche, erneute Wiederinbetriebnahme der Alarmfunktion bzw. deren erneute Aktivierung auch nicht vergessen. Die Sicherheit des narkotisierten Patienten wird bei Einsatz der erfindungsgemäßen Überwachungseinrichtung somit deutlich verbessert.

[0030] Die erfindungsgemäße Überwachungseinrichtung zeichnet sich zum anderen dadurch aus, dass eine gegebenenfalls dennoch erfolgte Deaktivierung der Alarmeinrichtung der Überwachungsvorrichtung folgenlos bleiben kann. Sobald der bestimmte MAC-Wert den unteren Schwellenwert übersteigt, aktiviert sich die Alarmeinrichtung erfindungsgemäß selbst und vor allem ohne Zutun des Arztes oder seines Teams, das heißt automatisch. Der untere Schwellenwert kann hierbei so eingestellt sein, dass sichergestellt ist, dass bei Überschreiten dieses Schwellenwertes durch den wenigstens einen MAC-Wert beispielsweise die oben genannte Anfangsphase der Narkose sicher abgeschlossen ist. Der Schwellenwert kann generell derart eingestellt oder vorgegeben werden, dass bei seinem Überschreiten Phasen der Narkose, in welchen regelmäßig unbegründete Alarmmeldungen erfolgen, bereits abgeschlossen sind.

[0031] Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind jeweils Gegenstand der Unteransprüche.

[0032] So ist in einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Überwachungseinrichtung vorgesehen, dass diese eine Einrichtung zum automatischen Festsetzen der Höhe der unteren Warngrenze aufweist. Die Warngrenze wird durch diese Einrichtung automatisch dann festgesetzt, wenn sowohl der inspiratorische MAC-Wert, der expiratorische MAC-Wert und der in Abhängigkeit der Wirkzeit gefilterte expiratorische MAC-Wert des wenigstens einen Gases oder zumindest zwei der genannten Werte auf oder über einem unteren Schwellenwert liegt. Die Festsetzung der Höhe der Warngrenze kann im Einzelfall in Abhängigkeit von Parametern erfolgen, welche der Fachmann als wichtig oder geeignet erachtet.

[0033] Damit ist vorteilhaft sichergestellt, dass der Arzt von der Aufgabe entbunden ist, die untere Warngrenze an den Einzelfall angepasst festlegen zu müssen, oder dass sie vorrichtungsseitig vorgegeben werden muss. Diese Festlegung erfolgt nach zuvor festgelegten Kriterien automatisch, sobald die drei MAC-Werte jeweils auf ein Niveau oberhalb eines un-

teren Schwellenwertes angestiegen sind und damit sichergestellt ist, dass eine gewünschte Narkosetiefe oder Phase der Narkose erreicht ist. Zudem kann nicht vergessen werden, die untere Warngrenze festzulegen, sollte dies noch nicht geschehen sein. Dies erfolgt bei dieser Ausführungsform vielmehr automatisch und insbesondere zu einem Zeitpunkt, zu welchem die Festlegung nicht Anlass für Fehlalarme ist. Es wird angemerkt, dass die erfindungsgemäße Wirkung und die hiermit verbundenen Vorteile auch dann erzielt werden, wenn anstelle des Überschreitens des unteren Schwellenwertes durch die hier exemplarisch genannten drei MAC-Werte das Überschreiten des unteren Schwellenwertes nur durch zwei beliebige MAC-Werte zum Festsetzen der unteren Warngrenze berücksichtigt wird.

[0034] Hierzu kann – wie in einer weiter bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform vorgesehen ist – die Überwachungseinrichtung eine Einrichtung zum automatischen Festsetzen der unteren Warngrenze aufweisen, mittels welcher die untere Warngrenze auf einen vorbestimmbaren Prozentanteil eines, beispielsweise des niedrigsten der zur Festsetzung der Warngrenze bestimmten MAC-Werte, festsetzbar ist. Der Prozentanteil kann sich hierbei auf einen gemittelten oder anders gefilterten MAC-Wert des niedrigsten MAC-Wertes beziehen. Er kann sich aber auch auf den MAC-Wert in der zuletzt gemessenen Höhe beziehen. Dies bleibt dem Fachmann überlassen. Ein wesentlicher Vorteil dieser Ausführungsform besteht darin, dass die Warngrenze automatisch und individuell für den Patienten und dessen Beatmungsparameter oder MAC-Werte festgesetzt wird. Ein solcher Prozentsatz kann beispielsweise oberhalb von 50% des niedrigsten der bestimmten MAC-Werte liegen, bevorzugt über 60%, besonders bevorzugt zwischen 65% und 75%, besonders bevorzugt bei 70% liegen. Insbesondere bei dieser erfinderischen Ausführungsform kann ein automatisches Nachstellen der Warngrenze auf beispielsweise stets 70% des niedrigsten MAC-Wertes auf einfache Weise vorgesehen sein, wobei ein erneutes Festsetzen der Warngrenze auf stets höhere Werte als zuvor – nicht aber auf niedrigere Werte als zuvor – bevorzugt ist. Dieser Prozentsatz gewährt einerseits die Narkosesicherheit für den Patienten, andererseits ist der Abstand zwischen Warngrenze und den bestimmten MAC-Werten ausreichend groß, um Fehlalarme zu vermeiden.

[0035] Eine wiederum weiter bevorzugte erfindungsgemäße Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass sie eine Einrichtung zum Festlegen eines maximalen Höchstwertes für die untere Warngrenze aufweist. Ein Vorteil dieser erfindungsgemäßen Ausführungsform besteht darin, dass es zu keiner vorzeitigen Alarmierung bei absinkenden MAC-Werten aufgrund einer automatisch oder selbständig unrealistisch hoch angesetzten unteren Warngrenze

ze kommt. Zu einem derartigen Festsetzen der unteren Warngrenze auf einen solchen, unerwünscht hohen Wert könnte es beispielsweise durch momentane Ausreißer der/des betrachteten MAC-Werte(s) nach oben kommen, welche für diesen Wert im Zeitverlauf der MAC-Werte jedoch nicht typisch sind. Dasselbe gilt für eine momentane, insbesondere anfängliche, vom Arzt beabsichtigte Überhöhung der Konzentration eines Anästhesiegases zum Zwecke der schnelleren Anflutung. Mittels dieser erfindungsgemäßen Ausführungsform bedarf es nicht zwingend der oben beschriebenen und als Möglichkeit vorgeschlagenen Mittelung oder einer andersartigen Filterung bei der Festsetzung des Prozentanteils. Dies führt vorteilhaft zu einer Vereinfachung des Aufbaus der erfindungsgemäßen Überwachungseinrichtung.

[0036] In einer wiederum weiter bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform weist die Überwachungseinrichtung eine Einrichtung zum Filtern des inspiratorischen MAC-Wertes und/oder des expiratorischen MAC-Wertes über der Zeit bzw. über einen Zeitabschnitt auf. Hierdurch kann allgemein vorteilhaft sichergestellt werden, dass nicht bereits einzelne, überhöhte oder zu niedrige Werte eines MAC-Wertes (so genannte Ausreißer) zu einer Festlegung der unteren Warngrenze führen, oder deren Festlegung wesentlich mitbestimmen, da eine derartige Festlegung basierend auf Ausreißern nicht zur Festlegung einer Warngrenze in der tatsächlich beabsichtigten Höhe führt. Diese erfindungsgemäße Ausführungsform weist daher den Vorteil einer erhöhten Prozesssicherheit auf. Eine solche Filterung kann beispielsweise auf einem Mittelwertverfahren oder einem Mittelwertverfahren mit gleitendem Durchschnitt (beispielsweise über je 30 Sekunden) basieren. Jedes andere dem Fachmann bekannte Verfahren, welches wie oben beschrieben zu höherer Genauigkeit und/oder zu einer Erhöhung der Prozesssicherheit beitragen kann, ist ebenfalls als von der Erfindung umfasst zu verstehen. Eine solche Einrichtung kann erfindungsgemäß natürlich auch zur Filterung über der Zeit für den in Abhängigkeit von der Wirkzeit gefilterten MAC-Wert ungeachtet jeder weiteren bzw. zusätzlichen Filterung dieses MAC-Wertes vorgesehen sein.

[0037] Die Alarmeinrichtung der Überwachungseinrichtung einer weiter bevorzugten Ausführungsform ist geeignet und vorbereitet, um einen mit der Zeit an Intensität zunehmenden Alarm auszugeben. Der Alarm beginnt daher ruhig und stört die Anwesenden bei ihrer Arbeit anfangs weniger als zu einem späteren Zeitpunkt. Die Anwesenden übersehen und/oder überhören somit einerseits keinen Alarm, andererseits muss nicht jede Tätigkeit sofort bei Einsetzen des Alarms unterbrochen werden, um diesen sofort zu beenden. Angenehm und somit von Vorteil ist dies vor allem dann, wenn der Arzt oder der betreuende Therapeut erst ein paar Schritte bis zum Patienten

oder der Narkosevorrichtung zurücklegen muss, und ein initial bereits sehr ausgeprägter Alarm in der Zeit bis zum Erreichen der Narkosevorrichtung die Anwesenden ansonsten unnötig belästigt. Ein vom Anbeginn an intensiverer Alarm würde den Zuständigen nicht "mehr alarmieren", sondern wäre lediglich unangenehmer für alle Betroffenen. Zudem kann ein zwischenzeitlich noch mit anderen Aufgaben beschäftigter Arzt bei allmählich ansteigender Intensität auch abschätzen, wie dringend der Alarm ist, und ob er die eben ausgeführte Arbeit zunächst noch beenden kann, bevor er sich jenen, den Alarm auslösenden Umständen zuwendet. Dabei kann die Zeit bis zum Hochstufen des Alarms (also bis er an Intensität zunimmt) derart gewählt sein, dass spätestens nach Ablauf einer Zeit, welche 50% der Zeitkonstante des am schnellsten am Gasgemisch beteiligten Gases (d. h. des Gases mit der kürzesten Zeitkonstante) entspricht, der Alarm hochgestuft wird. Dies alarmiert in der Folge rechtzeitig vor einem unbeabsichtigten Aufwachen des Patienten.

[0038] Zu diesem Zweck kann die Überwachungseinrichtung auch eine Einrichtung zum Berechnen aufweisen, wann voraussichtlich ein MAC-Wert die Warngrenze unterschreiten wird, wobei das Ergebnis dieser Berechnung geeignet angezeigt werden kann. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn sich therapeutische Maßnahmen des Arztes und das Auslösen des Alarms mehr oder weniger überschneiden. Ein Blick auf das Berechnungsergebnis kann dem Arzt bereits das Feedback geben, dass seine zwischenzeitlich getroffenen Maßnahmen (wie ein Erhöhen der Konzentration eines Anästhetikums) erfahrungsgemäß ausreichen werden, um ein relevantes Verletzen der Warngrenze zu vermeiden oder nicht, und ob der Alarm durch kurzes Zuwarten aufgrund der bereits ergriffenen Maßnahmen "selbstlimitierend" ist und ohne Zutun ein Ende findet.

[0039] In einer wiederum weiter bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform weist die Überwachungseinrichtung eine Einrichtung zum Festsetzen und/oder Korrigieren der unteren Warngrenze bei Änderungen der Einstellwerte für die Narkose an der Narkosevorrichtung auf. Wenn der Arzt Änderungen beispielsweise an den Beatmungsparametern oder an der Höhe der applizierten Konzentration des Anästhetikums vorgenommen hat, so kann sich hierdurch der Bedarf für eine Änderung (Erhöhung oder Senkung) der unteren Warngrenze ergeben. Der Vorteil dieser erfindungsgemäßen Ausführungsform besteht darin, daß mittels der Einrichtung zum Festsetzen und/oder Korrigieren selbsttätig eine Anpassung der Warngrenze an die geänderten Umstände erfolgt. Hierdurch werden vermeidbare Alarme, die dem Arzt keine Zusatzinformationen liefern, vorteilhaft vermieden. Diese neue Festsetzung bzw. Korrektur kann beispielsweise mittels einer Modellrechnung berücksichtigt werden.

[0040] In einer wiederum weiter bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform weist die Überwachungseinrichtung eine Einrichtung zum Deaktivieren der Alarmeinrichtung auf. Mittels dieser Einrichtung kann eine Deaktivierung der Alarmeinrichtung erfolgen, wenn wenigstens ein, zur Festsetzung der Warngrenze berücksichtigter MAC-Wert einen Wert kleiner oder gleich dem unteren Schwellenwert annimmt. Diese Deaktivierung kann automatisch oder vom Anwender getriggert erfolgen. Ein hiermit verbundener Vorteil besteht darin, dass die Überwachungseinrichtung in einen Ausgangszustand versetzt wird, aus dem heraus bei jedem erneuten Ansteigen von MAC-Werten über den unteren Schwellenwert eine erneute Festsetzung der unteren Warngrenze auf einen aktuellen Wert erfolgt. Zudem erfolgen beispielsweise bei Beendigung der Narkose keine sinnlosen Alarme wegen Unterschreiten der Warngrenze, ohne dass der Arzt selber eine Deaktivierung der Warngrenze vornehmen muss. Sind die Einstellparameter, welche die MAC-Werte bestimmend, im System bekannt, so kann aus der Veränderung ihrer Einstellung ein notwendiges Deaktivieren des Alarmsystems bzw. der Warngrenze rechtzeitig abgeleitet, das heißt umgesetzt werden.

[0041] Bei einer weiter bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform weist die Überwachungseinrichtung Mittel zum Bestimmen wenigstens eines MAC-Wertes wie oben diskutiert auf. Anders als oben diskutiert sind die Mittel zum Bestimmen von MAC-Werten jedoch geeignet und vorgesehen, MAC-Werte verschiedener Gase und insbesondere unterschiedlicher Anästhesiegase zu bestimmen. Mittels einer weiteren oder derselben Einrichtung dieser Ausführungsform ist aus den ermittelten MAC-Werten der unterschiedlichen Gase ein Gesamt-MAC-Wert ermittelbar. Der Gesamt-MAC-Wert wird der Überwachung der Narkosevorrichtung im Wesentlichen wie oben beschrieben zugrunde gelegt.

[0042] So wird beispielsweise bei einer N_2O und Isofluran umfassenden Anästhesiegasmischung der für N_2O bestimmte MAC_{exsp} mit einer anderen Wirkzeit (Wirkzeit für N_2O) gefiltert als der für Isofluran bestimmte MAC_{exsp} (Wirkzeit für Isofluran). Beide so gefilterten MAC-Werte werden zum $MAC_{exsp\text{filt}}$ addiert, wobei eine Volumengewichtung oder jede andere geeignete Gewichtung zwischen diesen beiden Gasen vorgesehen sein kann. Damit ist dann ein relativ genaues Abbild der Wirkungen der Gasmischung auf den Patienten gegeben.

[0043] Eine weiter bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass sie eine Einrichtung aufweist zum automatischen Aktivieren der Alarmeinrichtung, wenn der niedrigste des oder der bestimmten MAC-Werte(s) über dem Schwellenwert liegt und zugleich der inspiratorische MAC-Wert MAC_{insp} höher als der expiratorische MAC-Wert MAC_{exsp} liegt.

In einer wiederum weiter bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Alarmgrenze automatisch aktiviert wird, wenn der inspiratorische MAC-Wert MAC_{insp} höher als ein bestimmter Prozentsatz (beispielsweise 40%, 50%, 60%, 70%, 80% oder 90%) des in Abhängigkeit von der Wirkzeit des Atemgases gefilterten expiratorischen MAC-Wertes $MAC_{exsp\text{filt}}$ liegt, wobei ein Wert höher als 80% besonders bevorzugt ist.

[0044] Diese erfindungsgemäßen Ausführungsformen zeichnen sich vorteilhaft dadurch aus, dass aufgrund der zusätzlichen Forderung, nämlich, dass der inspiratorische MAC-Wert über dem expiratorischen MAC-Wert oder über einem Prozentsatz des in Abhängigkeit von der Wirkzeit des Atemgases gefilterten MAC-Wertes liegen muss, bevor die Alarmgrenze festgesetzt wird, sichergestellt ist, dass das Narkosesystem und nicht der Patient die „Quelle“ der gemessenen Konzentration des wenigstens einen Gases ist. Anders ausgedrückt heißt dies, dass eine erstmalige Aktivierung – oder eine Erhöhung – der unteren Warngrenze nur dann erfolgt, wenn sich die Narkose beispielsweise in einem frühen Stadium befindet (also zu ihrem Beginn) und ein Festsetzen der Warngrenze auch sinnvoll und gewünscht ist. In diesem Stadium ist der im inspiratorischen Atemgas gemessene MAC-Wert höher als der im expiratorischen Atemgas gemessene MAC-Wert. Dies ist in einem späten Stadium der Narkose (also gegen ihr beabsichtigtes Ende zu) anders: Hier ist der inspiratorische MAC-Wert niedriger als der expiratorische MAC-Wert, da der Patient mehr Narkosegas abatmet, als ihm zugeführt wird. In diesem Stadium ist eine Erhöhung der Alarmgrenze nicht mehr gewünscht. Dieselbe Wirkung ist auch dann gegeben, wenn der inspiratorische MAC-Wert an einem Prozentsatz des in Abhängigkeit von der Wirkzeit des Atemgases gefilterten expiratorischen MAC-Wertes gemessen wird. Beide Fälle tragen somit dazu bei, dass eine unerwünschte – da falsche – Festsetzung der unteren Warngrenze und hierdurch fälschlicherweise ausgelöste Alarme vermieden werden.

[0045] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird auch durch eine Behandlungseinrichtung gemäß dem Anspruch 13 bzw. gemäß dem Anspruch 27 gelöst. Sie wird ferner gelöst durch ein Verfahren zum Ausgeben eines Alarms gemäß dem Anspruch 14 sowie ein Verfahren zum Behandeln eines Patienten gemäß dem Anspruch 28. Die hierdurch erzielten Vorteile entsprechen ungeschmälert den oben diskutierten Vorteilen. Zur Vermeidung von Wiederholungen wird auf deren oben stehende Diskussion ausdrücklich verwiesen. Es wird darauf hingewiesen, dass alle der vorliegenden Beschreibung der Erfindung zu entnehmenden Vorrichtungsmerkmale auch Gegenstand der entsprechenden erfindungsgemäßen Verfahren sind. Es wird ferner darauf hingewiesen, dass die Ansprüche 13 und 27 nicht nur Behandlungsvor-

richtungen wie Narkosevorrichtungen, sondern auch andere Behandlungsvorrichtungen betreffen, sofern der Fachmann die Anwendung des Grundgedankens der vorliegenden Erfindung als auch auf diese Vorrichtung übertragbar und/oder als vorteilhaft erkennt. Dasselbe gilt auch für die Verfahren nach den Ansprüchen 14 und 28. Sie sind nicht allein auf eine Behandlung wie beispielsweise die Narkotisierung oder auf die Beatmung eines Patienten, sondern auch auf weitere, dem Fachmann ersichtliche Anwendungsfälle gerichtet.

[0046] Die vorliegende Erfindung wurde am Beispiel der Narkose sowie einer hierbei eingesetzten Überwachungseinrichtung sowie Narkosevorrichtung beschrieben. Wesentliche Grundlage war hierbei der MAC-Wert. Dem Fachmann ist aber ersichtlich, dass die Erfindung und jeder ihrer Teilaspekte, Weiterbildungen und/oder Merkmale ohne weiteres auch auf Überwachungseinrichtungen für andere Therapievorrichtungen übertragbar ist, bei welchen eine automatische Aktivierung einer Alarmeinrichtung beabsichtigt ist.

[0047] Solche Therapievorrichtungen umfassen unter anderem auch Beatmungsgeräte. Die obigen Ausführungen zu MAC-Werten werden hierzu auf Volumen, Druck oder Konzentrationen sowie Verhältnisse oder Änderungen der dabei eingesetzten Gase übertragen: Eine solche weitere Therapievorrichtung ist beispielsweise eine Vorrichtung zum Überwachen eines zu applizierenden Atemminutenvolumens. Wird mittels dieser Vorrichtung die Atmung des Patienten durch einen Beatmungsventilator unterstützt (Intensiv-, Home-Care, Anästhesie-Beatmung), so kann der Ventilator beispielsweise auf Basis bestimmter Anwendervorgaben (minimales Atemminutenvolumen, CO₂-Werte, hämodynamische Parameter oder dergleichen) den Anteil des mandatorisch applizierten Atemvolumens im Verhältnis zum Volumen aus spontaner Atemtätigkeit des Patienten automatisch erhöhen. Diese Erhöhung kann geregelt oder gesteuert erfolgen. Dabei nimmt die Gefahr einer nicht ausreichenden Beatmung des Patienten zu, sollte diese mandatorische Beatmung etwa durch ein technisches Versagen plötzlich wegfallen. Im Vorwege kann entsprechend des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie bei Einsatz einer erfindungsgemäß ausgestalteten Einrichtung beispielsweise eine automatische Aktivierung einer unteren Warngrenze für das von der Therapieeinrichtung zu leistende Atemminutenvolumen erfolgen. Die Warngrenze kann dabei an zu überwachende Werte entsprechend automatisch angepasst werden und beispielsweise mindestens etwa 70% des mandatorischen Atemminutenvolumenanteils betragen. Erfindungsgemäß könnte vorgesehen werden, dass die Warngrenze stets nur erhöht wird, nicht jedoch auch automatisch gesenkt wird. Fällt dann (durch Ventilatorausfall, Leckagen oder dergleichen bedingt) der

von der Maschine mandatorisch applizierte Atemminutenvolumenanteil unter die automatisch aktivierte Warngrenze, so wird ein entsprechender Alarm ausgelöst. Der in der oben gegebenen Beschreibung sowie in den angefügten Patentansprüchen angeführte wenigstens eine MAC-Wert entspricht im Falle der hier beschriebenen Vorrichtung zum Überwachen eines zu applizierenden Atemminutenvolumens wenigstens einem minimalen Atemminutenvolumen, einem CO₂-Wert, einem hämodynamischen Parameter oder dergleichen. Die oben genannten MAC-Werte sind hier durch Parameter wie minimale Atemminutenvolumina, CO₂-Werte, hämodynamische Parameter oder dergleichen sowie beliebigen Kombinationen hiervon zu ersetzen oder zu ergänzen.

[0048] Ein weiteres Beispiel solcher weiterer Therapievorrichtungen ist eine Vorrichtung zur Überwachung eines zu applizierenden Drucks: Im Rahmen von Herz-Operationen werden regelmäßig so genannte Herz-Lungen-Maschinen eingesetzt, mit welchen eine Oxygenierung des Bluts des Patienten während des Eingriffs gewährleistet wird. Dabei trägt die Lunge nicht zur Oxygenierung bei. Sie wird in der Regel auch nicht beatmet und daher auch nicht überwacht.

[0049] Häufig jedoch ist es erforderlich, ein Kollabieren der Lunge(n) durch das Anlegen eines konstanten Drucks zu verhindern. Wird bei einer solchen Operation ein Beatmungsdruck des Patienten gemessen, so kann erfindungsgemäß automatisch ein Alarmsystem aktiviert werden, welches bei Abfall des vormals herrschenden Beatmungsdruckes entsprechend alarmiert. Dabei kann die untere Warngrenze beispielsweise auf 75% des Beatmungsdruck-Mittelwertes der letzten 60 Sekunden gesetzt werden und automatisch stets nur erhöht, nicht jedoch auch gesenkt werden, so dass ein Unterschreiten der Grenze dann alarmiert würde.

[0050] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung detailliert beschrieben. In der Zeichnung gilt:

[0051] [Fig. 1](#) zeigt den Verlauf von MAC-Werten während einer Narkose über der Zeit t.

[0052] Am linken Rand der grafischen Darstellung aus [Fig. 1](#) sind Verhältnisse entsprechend MAC-Werten zu Beginn einer Narkose wiedergegeben. Zu erkennen ist aus [Fig. 1](#), dass zum Zwecke einer raschen Narkoseeinleitung der inspiratorische MAC-Wert MAC_{insp} (die zugehörige Kurve trägt das Bezugszeichen **1** und ist als durchgehende Linie gezeichnet) rasch auf ein prominentes Niveau angehoben wird. Zeitverzögert steigt auch der expiratorische MAC-Wert MAC_{exp} (die zugehörige Kurve trägt das Bezugszeichen **2** und ist als gestrichelte

Linie gezeichnet) an. Noch stärker verzögert steigt der in Abhängigkeit seiner Wirkung jenseits der Blut-Hirn-Schranke gefilterte expiratorische MAC-Wert MAC_{expfilt} (die zugehörige Kurve trägt das Bezugszeichen **3** und ist als Zweipunkt-Strichlinie gezeichnet) an.

[0053] Die erfindungsgemäße Überwachungseinrichtung der Narkosevorrichtung, mittels welcher die schematischen Verläufe der **Fig. 1** erzeugt wurden, ist derart eingestellt worden, dass eine untere Warngrenze MAC_{lowtrsh} (mit Bezugszeichen **4**) erst dann aktiviert bzw. festgesetzt wird, wenn alle drei MAC-Werte **1**, **2** und **3** einen unteren Schwellenwert **5** übersteigen. Dies ist in **Fig. 1** zum Zeitpunkt **7** der Fall. Im Beispiel der **Fig. 1** wird die untere Warngrenze **4** hierbei auf rund 70% des niedrigsten der drei MAC-Werte **1**, **2**, und **3**, hier also auf 70% des MAC-Wertes **3** festgesetzt. Der untere Schwellenwert **5** kann beispielsweise auf 0,3 MAC eingestellt sein. Die Vorgabe eines vergleichsweise niedrigen unteren Schwellenwerts **5** ist etwa bei einer balancierten Narkose bei zusätzlicher intravenöser Applikation von Anästhetika sinnvoll, da die gesamte vorliegende Erfindung natürlich in jeder Ausführungsform auch für balancierte Narkosen vorteilhaft eingesetzt werden kann.

[0054] Aufgrund des weiteren Ansteigens der Werte **1**, **2** und **3** (also der Werte MAC_{insp} , MAC_{exp} und MAC_{expfilt}) steigt die untere Warngrenze **4** (MAC_{lowtrsh}) zwischen den Zeitpunkten **7** und **8** auf ein zwischen den Zeitpunkten **8** und **9** konstant bleibendes Niveau an. Durch den erneuten Anstieg des inspiratorischen MAC-Wertes **1** mit einem Gipfel zum Zeitpunkt **10** steigen – erneut zeitverzögert – auch die Werte **2** und **3** an, wodurch zwischen den Zeitpunkten **9** und **10** auch die untere Warngrenze **4** dem niedrigsten der drei bestimmten MAC-Werte folgend leicht ansteigt.

[0055] Die ebenfalls in **Fig. 1** angegebene Linie **6** (welche den Wert $MAC_{\text{lowtrsh-max}}$ angibt) gibt einen voreingestellten Maximalwert für die automatische Erhöhung der unteren Warngrenze **4** an. Es handelt sich hierbei um eine im Vorfeld der Narkose festgelegte obere Grenze für die untere Warngrenze **4**, die im Beispiel der **Fig. 1** durch die untere Warngrenze **4** jedoch nicht erreicht wird.

[0056] Ab dem Zeitpunkt **12** in **Fig. 1** ist ein Abfall des inspiratorischen MAC-Wertes **1** zu erkennen, welchem zeitverzögert auch ein Absinken der MAC-Werte **2** sowie **3** folgt. Nachdem zum Zeitpunkt **13** nicht nur der MAC-Wert **1** sondern auch der MAC-Wert **2** unter die untere Warngrenze **4** gefallen ist, sind für die Überwachungseinrichtung dieser Ausführungsform die Bedingungen zum Auslösen eines Alarms erfüllt (in anderen Ausführungsformen kann bereits der Abfall eines MAC-Wertes unter die Warngrenze **4** zum Auslösen eines Alarms genügen). Die Überwa-

chungseinrichtung gibt zwischen den Zeitpunkten **13** und **14** daher einen Alarm aus.

[0057] Da zum Zeitpunkt des Alarms im Zeitpunkt **13** bereits zwei MAC-Werte (hier: die MAC-Werte **1** und **2**) einen Wert unterhalb des unteren Schwellenwertes **5** angenommen haben, wird der Arzt mittels Dialogfeld befragt, ob die Alarmvorrichtung deaktiviert werden könne, beispielsweise, weil das Ende der Narkose beabsichtigt ist. Zum Zeitpunkt **14** hat der Arzt dies bejaht, woraufhin die untere Warngrenze **4** auf ihren Ausgangswert abfällt und damit das Alarmsystem deaktiviert wird. Ist der MAC_{exp} größer als der MAC_{insp} , so ist dies ebenfalls ein Indikator für das Ende einer Anästhesie, so dass auf ein „Bejahen“ des Therapeuten hin bzw. mit dessen Zustimmung das Alarmsystem deaktiviert werden kann.

[0058] Es wird darauf hingewiesen, dass in jeder Ausführungsform neben der unteren Warngrenze natürlich auch eine obere Warngrenze vorgesehen sein kann. Alle oben gemachten Ausführungen zum Festsetzen der unteren Warngrenze treffen dann auch auf die obere Warngrenze zu und können, soweit vom Fachmann als sinnvoll erachtet, auf diese übertragen werden.

[0059] Die Berücksichtigung aller drei genannten MAC-Werte bzw. deren Relation zueinander zur Aktivierung der Alarmeinrichtung wie in **Fig. 1** stellt vorteilhaft sicher, dass eine mittels der Überwachungseinrichtung überwachte Narkosevorrichtung tatsächlich auch Ursache der Narkose mit entsprechender Narkosetiefe ist, dass also die Narkose des Patienten auf die überwachten gasförmigen Anästhetika zurückzuführen ist. Diese Information haftet im Wesentlichen dem inspiratorischen MAC-Wert **1** an.

[0060] Wird zudem, wie in dieser bevorzugten Ausführungsform der **Fig. 1**, ein Überschreiten des unteren Schwellenwertes **5** auch durch den expiratorischen MAC-Wert **2** gefordert, so erhöht dies die Prozesssicherheit dadurch weiter, dass auch eine Zeitverschiebung zwischen dem Erreichen einer inspiratorischen Konzentration und derselben Konzentration im expiratorischen Atemgas durch Diffusionsvorgänge und Verschiebungen zwischen Kompartimenten des Körpers berücksichtigt wird, was zu einer genaueren Aussage über die Narkose beiträgt.

[0061] Berücksichtigt die Einrichtung zum automatischen Festsetzen der unteren Warngrenze **4** der Überwachungseinrichtung zudem auch die Höhe des in Abhängigkeit der Wirkzeit gefilterten MAC-Wertes **3** des wenigstens einen Anästhesiegases bzw. dessen Übersteigen des unteren Schwellenwertes **5** bei der Aktivierung der Alarmeinrichtung, so wird zusätzlich eine Wirkung des verwendeten Anästhesiegases auf cerebrale Vorgänge berücksichtigt. Der in Abhängigkeit der Wirkzeit gefilterte expiratorische MAC-

Wert **3** ist als Maß der Narkosetiefe zu verstehen, und berücksichtigt den Übertritt des eingesetzten Anästhesiegases über die Blut-Hirn-Schranke wie oben bereits ausgeführt. Er ist somit ein genauere Narkoseparameter als nur der MAC_{exp} . Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass **Fig. 1** den Fall darstellt, dass nur ein Anästhesiegas verwendet wird. In dem oben ausführlich diskutierten Fall, dass nicht nur ein Gas, sondern ein Gasgemisch zum Einsatz kommt, so tritt der in Abhängigkeit der Einzelwirkzeiten der jeweils beteiligten einzelnen Gase gefilterte Gesamt- MAC_{exsfil} an die Stelle des MAC-Wertes **3** der **Fig. 1**. Ferner können ein Gesamt- MAC_{insp} und ein Gesamt- MAC_{exp} an die Stelle der MAC-Werte **1** und **2** treten.

[0062] Für die zur Ausführung, der vorliegenden Erfindung eingesetzten Einrichtungen gilt, dass eine Einrichtung durchaus auch verschiedene Aufgaben erfüllen kann. So kann eine Einrichtung beispielsweise zum Bestimmen von MAC-Werten und zugleich zum Festsetzen der unteren Warngrenze und/oder weiteren Funktionen einsetzbar sein.

[0063] Erfindungsgemäß ist auch die Arbeit mit mehr als nur einer unteren Warngrenze vorgesehen. So können vom Fachmann unterschiedliche Warngrenzen für unterschiedliche MAC-Werte vorgesehen werden, sowie eine Mehrzahl von Einrichtungen zu deren Bestimmen, Festsetzen usw. zum Einsatz kommen. Jede dieser Warngrenzen kann wie oben ausgeführt festgesetzt werden.

[0064] Zudem ist für den Fachmann ersichtlich, dass in jeder Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine Kombination aus der Bestimmung wenigstens eines MAC-Wertes und der Bestimmung wenigstens einer weiteren Größe, welche kein MAC-Wert ist, möglich ist. Eine solche weitere Größe kann beispielsweise ein Volumen, ein Volumenstrom, ein Druck oder dergleichen sein. Erfindungsgemäß kann somit insbesondere die Festsetzung der unteren Warngrenze unter Berücksichtigung wenigstens eines MAC-Wertes und wenigstens einer weiteren Größe erfolgen. Es ist hierbei offensichtlich, dass bei Bestimmung und Verwendung verschiedener Größen (beispielsweise ein MAC-Wert und ein Volumenwert) auch verschiedene untere Schwellenwerte (einen Schwellenwert für den MAC-Wert und einen anderen für den Volumenwert) beachtet werden können, welche jeweils überstiegen werden müssen, um die untere Warngrenze festzusetzen.

[0065] Die Erfindung gibt eine Überwachungseinrichtung zum Überwachen einer Behandlungsvorrichtung wie beispielsweise einer Narkose- oder einer Beatmungsvorrichtung an, mittels welcher eine Alarmeinrichtung zum Ausgeben eines Alarms bei Unterschreiten einer unteren Warngrenze automatisch dann aktiviert wird, wenn wenigstens ein bestimmter Behandlungsparameter unter diese untere Warn-

grenze **4** fällt. Hierbei wird erstmals die untere Warngrenze automatisch festgesetzt. Zudem wird eine mittels der erfindungsgemäßen Überwachungseinrichtung überwachte Behandlungsvorrichtung und insbesondere eine Narkose- sowie eine Beatmungsvorrichtung vorgeschlagen. Die Erfindung schlägt ferner ein Verfahren zum Ausgeben eines Alarms sowie ein Verfahren zum Behandeln eines Patienten vor.

Patentansprüche

1. Überwachungseinrichtung für eine Narkosevorrichtung eines Patienten, wobei die Überwachungseinrichtung aufweist:

Mittel zum Bestimmen wenigstens eines MAC-Wertes wenigstens eines Gases bei der Anästhesie;
eine Einrichtung zum Filtern des wenigstens einen MAC-Wertes über einen Zeitraum;

eine Einrichtung zum automatischen Festsetzen einer unteren oder oberen Warngrenze (**4**), wenn wenigstens ein MAC-Wert des wenigstens einen Gases über einem unteren Schwellenwert (**5**) liegt;

wenigstens eine aktivierbare Alarmeinrichtung zum Ausgeben eines Alarms, wenn in einem aktivierten Zustand der Alarmeinrichtung der wenigstens eine MAC-Wert unter einer unteren oder über einer oberen Warngrenze (**4**) liegt, wobei die Überwachungseinrichtung wenigstens eine Einrichtung zum automatischen Aktivieren der Alarmeinrichtung aufweist, wenn der wenigstens eine MAC-Wert, bei dessen Unterschreiten der unteren Warngrenze oder Überschreiten der oberen Warngrenze (**4**) ein Alarm ausgegeben wird, über dem unteren Schwellenwert (**5**) liegt;

und wobei die Einrichtung zum automatischen Festsetzen die untere oder obere Warngrenze (**4**) auf einen Wert festsetzt, welcher einen vorbestimmbaren Prozentanteil des niedrigsten oder höchsten der zur Festsetzung der Warngrenze (**4**) berücksichtigten MAC-Werte, inspiratorischer MAC-Wert (**1**) und/oder expiratorischer MAC-Wert (**2**) und/oder in Abhängigkeit von der Wirkzeit gefilterter MAC-Wert (**3**) und/oder wenigstens ein weiterer MAC-Wert, des wenigstens einen Gases beträgt.

2. Überwachungseinrichtung nach Anspruch 1, wobei sie eine Einrichtung zum Festlegen eines maximalen Höchstwertes (**6**) für die untere Warngrenze (**4**) oder zum Festlegen eines minimalen Mindestwertes für die obere Warngrenze aufweist.

3. Überwachungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei sie eine Einrichtung zum Filtern mittels eines gleitenden Mittelwertes aufweist.

4. Überwachungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sie eine Einrichtung zum Festsetzen und/oder Korrigieren der unteren oder oberen Warngrenze (**4**) bei Änderungen der Einstellwerte über eine Modellrechnung aufweist.

5. Überwachungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sie eine Einrichtung zum Deaktivieren der Alarmeinrichtung, wenn wenigstens ein zur Festsetzung der Warngrenze (4) berücksichtigter MAC-Wert einen Wert gleich oder kleiner als den unteren Schwellenwert (5) annimmt, aufweist.

6. Überwachungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sie eine aktivierbare Alarmeinrichtung zum Ausgeben eines Alarms bei einem Absinken des inspiratorischen MAC-Wertes (1) und des expiratorischen MAC-Wertes (2) unter den Schwellenwert (5) aufweist.

7. Überwachungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sie eine Alarmeinrichtung mit einer im Zeitverlauf zunehmenden Intensität des Alarms und/oder zum Berechnen eines Zeitpunkts, zu welchem der in Abhängigkeit von der Wirkzeit des wenigstens einen Gases gefilterte MAC-Wert (3) den unteren Schwellenwert (5) unterschreiten wird, aufweist.

8. Überwachungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sie eine Einrichtung zum Berechnen des Alarm-Zeitpunkts in Abhängigkeit einer Wirkzeitkonstante des jeweils am schnellsten wirkenden Gases bei Einsatz von zwei oder mehr Gasen aufweist.

9. Überwachungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sie Mittel zum Bestimmen wenigstens eines MAC-Wertes eines jeden Gases bei Einsatz von zwei oder mehr Gasen; und wenigstens eine Einrichtung zum Ermitteln eines jeweils entsprechenden Gesamt-MAC-Wertes aufweist.

10. Narkosevorrichtung mit wenigstens einer Überwachungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

11. Verfahren zum Ausgeben eines Alarms bei der Anästhesie eines Patienten mittels einer Überwachungseinrichtung für eine Narkosevorrichtung mit den Schritten:

Bestimmen wenigstens eines MAC-Wertes wenigstens eines Gases bei der Anästhesie;
Filtern des wenigstens einen MAC-Wertes über einen Zeitraum;

automatisches Festsetzen einer unteren oder oberen Warngrenze (4), wenn wenigstens ein MAC-Wert des wenigstens einen Gases über einem unteren Schwellenwert (5) liegt;

Ausgeben eines Alarms durch wenigstens eine aktivierbare Alarmeinrichtung, wenn in einem aktivierten Zustand der Alarmeinrichtung der wenigstens eine MAC-Wert unter einer unteren oder über einer oberen

Warngrenze (4) liegt, wobei die Überwachungseinrichtung die Alarmeinrichtung durch wenigstens eine Einrichtung zum automatischen Aktivieren aktiviert, wenn der wenigstens eine MAC-Wert, bei dessen Unterschreiten der unteren Warngrenze oder Überschreiten der oberen Warngrenze (4) ein Alarm ausgegeben wird, über einem unteren Schwellenwert (5) liegt;

und wobei die untere oder obere Warngrenze (4) auf einen Wert automatisch festgesetzt wird, welcher einen vorbestimmbaren Prozentanteil des niedrigsten oder höchsten der zur Festsetzung der Warngrenze (4) berücksichtigten MAC-Werte, inspiratorischer MAC-Wert (1) und/oder expiratorischer MAC-Wert (2) und/oder in Abhängigkeit von der Wirkzeit gefilterter MAC-Wert (3) und/oder wenigstens ein weiterer MAC-Wert, des wenigstens einen Gases beträgt.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei für die untere Warngrenze (4) ein maximaler Höchstwert (6) oder für die obere Warngrenze (4) ein minimaler Mindestwert bestimmt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, wobei zumindest eine Filterung des wenigstens einen Behandlungsparameters mittels eines gleitenden Mittelwerts erfolgt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei für die Festsetzung und/oder Korrektur der unteren oder oberen Warngrenze (4) Änderungen der Einstellwerte über eine Modellrechnung berücksichtigt werden.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei bei einem Absinken des inspiratorischen MAC-Wertes (1) und des expiratorischen MAC-Wertes (2) unter den Schwellenwert (5) ein Alarm ausgelöst wird.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Alarm mit einer im Zeitverlauf zunehmenden Intensität erfolgt und/oder ein Zeitpunkt berechnet wird, an welchem der in Abhängigkeit von der Wirkzeit gefilterte MAC-Wert (3) den unteren Schwellenwert (5) unterschreiten wird.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei bei Einsatz von zwei oder mehr Gasen die Berechnung des Alarm-Zeitpunkts in Abhängigkeit einer Wirkzeitkonstante des jeweils am schnellsten wirkenden Gases erfolgt.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Alarmeinrichtung deaktiviert wird, wenn wenigstens ein zur Festsetzung der Warngrenze (4) berücksichtigter Wert (1, 2, 3) einen Wert gleich oder kleiner als den unteren Schwellenwert (5) annimmt.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei es die Schritte umfasst:
Bestimmen wenigstens eines MAC-Wertes eines jeden Gases bei Einsatz von zwei oder mehr Gasen;
und
Ermitteln eines jeweils entsprechenden Gesamt-MAC-Wertes.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

MAC

