



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 010 326 A1** 2008.09.04

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 010 326.5**

(22) Anmeldetag: **02.03.2007**

(43) Offenlegungstag: **04.09.2008**

(51) Int Cl.⁸: **A61M 5/172 (2006.01)**

A61M 5/142 (2006.01)

A61B 5/02 (2006.01)

A61B 5/0295 (2006.01)

A61B 5/145 (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

A61G 12/00 (2006.01)

(71) Anmelder:

**UP Management GmbH & Co Med-Systems KG,
 81673 München, DE**

(74) Vertreter:

**DTS München Patent- und Rechtsanwälte, 80538
 München**

(72) Erfinder:

**Michard, Frederic, Dr., Bievres, FR; Pfeiffer, Ulrich,
 Dr., 81667 München, DE; Knoll, Reinhold, 81543
 München, DE**

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

DE10 2006 032875 A1

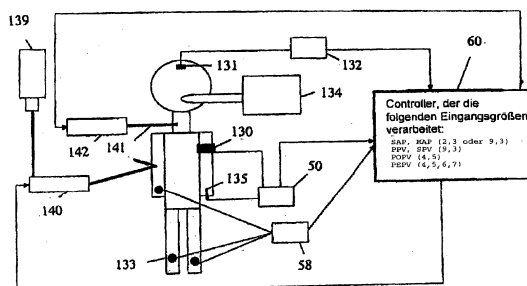
DE10 2005 022428 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Infusion von mindestens einem Medikament**

(57) Zusammenfassung: Vorrichtung zum Verabreichen von mindestens einem Medikament, umfassend: mindestens zwei Aktuatoren zum Verursachen, dass mindestens zwei Medikamente verabreicht werden; mindestens einen Sensor zum Messen von mindestens zwei Parametern; einen Controller, der den Aktuator steuert, wobei der Controller programmiert ist, um den Aktuator abhängig von den Werten der beiden Parameter zu aktivieren, wobei der Controller eingerichtet ist, um Abhängigkeiten von Medikamenten zu berücksichtigen.



Beschreibung

[0001] Bei Patienten, die sich einer Operation unterziehen, wird aufgrund einer Gefäßverengung, die durch Narkosemittel induziert wird und einer Hypovolämie, die durch chirurgische Blutungen induziert wird, häufig Hypotonie während des Operationsverfahrens beobachtet. Anhaltende Hypotonie kann zu einer Organhypoperfusion und schließlich Organversagen führen. Daher wird eine sofortige therapeutische Intervention zum Normalisieren des Blutdrucks erwartet, die auf einer Verabreichung von Volumenersatz und/oder der Verabreichung von vasoaktiven oder/und inotropen Mitteln basiert.

[0002] In einigen Fällen, könnten Anästhesisten nicht nur daran interessiert sein, den Blutdruck aufrechtzuerhalten, sondern auch darin, das Schlagvolumen [des Herzens] zu maximieren (oder das Schlagvolumen [des Herzens] zu erhöhen, bis das Schlagvolumen [des Herzens] ein Plateau erreicht). In der Tat ist es bekannt bei Patienten, die sich einer Risikooperation unterziehen, entweder aufgrund eines chronischen Krankheitszustandes (z. B. Hüftchirurgie bei einem Patienten mit chronischem Herzfehler) oder eines akuten Krankheitszustandes (z. B. Peritonitis-Operation bei einem Patienten mit septischem Schock) oder/und aufgrund der Operation selbst (z. B. hämorrhagische Wirbelsäulenoperation), dass das Maximieren des Schlagvolumens [des Herzens] durch das Mittel der Flüssigkeitsgabe, das Auftreten von postoperativen Komplikationen verringern und die Länge des Aufenthalts auf der Intensivstation und im Krankenhaus reduzieren kann (Kostenreduktionsstrategie).

[0003] Bei Patienten, die sich einer Operation unterziehen ist die Identifikation von hypotensiven Patienten, die von einer Verabreichung von Volumenersatz profitieren können und denjenigen, die von vasoaktiven oder/und inotropen Mitteln profitieren können, sehr schwierig. Z. B. können vasoplegische Zustände (die von der Verabreichung von vasoaktiven Medikamenten profitieren können) identifiziert werden, indem systemische Gefäßwiderstände evaluiert werden, aber das Herzzeitvolumen – ein Parameter, der für die Berechnung von systemischen Gefäßwiderständen notwendig ist – wird üblicherweise während der Operation nicht gemessen.

[0004] Hypovolemische Zustände können erkannt werden, indem das Blutvolumen abgeschätzt wird, oder Dimensionen, die das Herz betreffen [abgeschätzt werden]. Dies ist während der Operation weder üblich, noch möglich.

[0005] Bei Patienten, die sich einer Risikooperation unterziehen, impliziert eine Maximierung des Schlagvolumens [des Herzens], das Schlagvolumen [des Herzens] zu messen, was nicht immer der Fall oder

möglich ist und den Einsatz einer speziellen und teureren Herzzeitvolumenüberwachungstechnologie erfordert.

[0006] Selbst wenn Schlagvolumen [des Herzens] und Herzzeitvolumen während der Operation gemessen und überwacht werden können, gibt es kein System, das die automatische Steuerung einer Fluidverabreichung und einer Verabreichung von vasoaktiv oder/und inotrop wirksamen Mitteln erlaubt, wodurch die Dauer einer systemischen Hypotonie minimiert wird, die Entwicklung eines Organversagens verhindert wird und das Resultat von Patienten, die sich einer Operation unterziehen, verbessert wird.

[0007] Bekannte Verfahren um zu Ermitteln, ob ein Medikament gegeben werden sollte, nutzen üblicherweise nur einen zugeordneten Parameter. Der Wert dieses Parameters bestimmt, ob das Medikament gegeben werden sollte. In dem Fall, dass bestimmt werden soll, ob mehr Typen von Medikamenten dem Patienten verabreicht werden sollten, werden Parameter, die diesen Typen von Medikamenten zugeordnet sind, gemessen. Basierend auf diesen Messungen wird bestimmt, ob diese Typen von Medikamenten gegeben werden. In älteren Vorrichtungen wird unabhängig von den anderen Messungen und den anderen Medikamenten entschieden, ob ein Medikament gegeben werden soll. Ziel der Erfindung ist, eine Vorrichtung zum Verabreichen/Infundieren von Medikamenten bereitzustellen, die die Nachteile der Vorrichtung des Stands der Technik vermeidet.

[0008] Das Ziel der Erfindung wird erreicht durch eine Vorrichtung zum Verabreichen von mindestens einem Medikament, die mindestens zwei Aktuatoren zum Veranlassen, dass mindestens zwei Medikamente verabreicht werden; mindestens einen Sensor zum Messen von mindestens zwei Parametern; einen Controller, der den Aktuator steuert, wobei der Controller programmiert ist, um den Aktuator abhängig von den Werten der beiden Parameter zu aktivieren, wobei der Controller eingerichtet ist, um Abhängigkeiten von Medikamenten zu berücksichtigen, umfasst. Diese Vorrichtung ermöglicht das Verabreichen von Medikamenten komplexe Systeme von Medikamenten zu berücksichtigen, die von anderen Medikamenten abhängig sind.

[0009] Eine Vorrichtung zum Verabreichen ist eine Vorrichtung, die einem Patienten Medikamente verabreicht. Vorzugsweise stellt sie Medikamente aus einem Behälter bereit. Vorzugsweise ist eine Vorrichtung zum Verabreichen eine elektrische Mikrodosierungspumpe oder eine elektrische volumetrische Infusionspumpe. Es ist auch möglich, dass eine Vorrichtung zum Verabreichen auf einem Ventil mit mindestens zwei Öffnungen basiert.

[0010] Ein Aktuator ist eine Vorrichtung, die eine Ak-

tion auslöst, insbesondere ein Verabreichen und/oder Injizieren von Medikamenten. Vorzugsweise umfasst der Aktuator eine Schnittstelle zum Eingeben von Daten. Vorzugsweise ist der Aktuator über die Schnittstelle mit einem Controller verbunden. Als Aktuator kann jede Einrichtung, die geeignet, ist zu verursachen, dass ein Medikament verabreicht wird, eingesetzt werden. Vorzugsweise wird eine elektrische Spritze, besonders bevorzugt eine Infusionspumpe zum Verabreichen von Fluid oder roten Blutkörperchen eingesetzt.

[0011] Als Medikament kann jede Substanz, die einen therapeutischen Effekt hat, eingesetzt werden. Vorzugsweise werden Medikamente, die einen Effekt auf das Herzzeitvolumen und vorzugsweise Medikamente, die einen Effekt auf den Blutdruck haben, verabreicht.

[0012] [Es werden] mindestens zwei Medikamente verabreicht. Vorzugsweise ist ein Medikament eine Mischung aus zwei oder mehr Medikamenten. Besonders bevorzugt ist ein Medikament ein einzelnes Medikament. Vorzugsweise werden mehr als zwei Medikamente verabreicht.

[0013] Zum Verabreichen von Medikamenten kann jedes Verfahren eingesetzt werden, bei dem einem Patienten ein Medikament eingegeben wird. Vorzugsweise werden Medikamente intramuskulär, percutan, intradermal, hypoderm oder durch Zerstäubung in die Atemwege, besonders bevorzugt werden Medikamente intravenös verabreicht. Es ist auch möglich, ein Medikament oral oder durch das Atmungssystem zu verabreichen.

[0014] Als Sensor kann jede Messeinrichtung eingesetzt werden, die fähig ist, einen Parameter zu messen. Vorzugsweise werden Pulsoxymetriesonden, Elektrokardiogrammelektroden, Blutsauerstoffsättigungssensoren, ein Drucksensor, der mit einem arteriellen Katheter verbunden ist und/oder Bluttests eingesetzt. Besonders bevorzugt werden Monitore für den arteriellen Druck, Tonometer, faseroptische Verweilsysteme, Hämatokritdauermonitore, Hämoglobindauermonitore, Elektrokardiogrammmonitore und Pulsoxymetrie-Monitore eingesetzt.

[0015] Parameter, die eingesetzt werden, sind vorzugsweise Parameter, die den Zustand des Herzkreislaufsystems kennzeichnen, wie systolischer arterieller Druck, mittlerer arterieller Druck, diastolischer arterieller Druck, zentralvenöser Druck, Pulsoximetrie-plethysmographische Wellenformvariation POPV, Hämoglobinkonzentration, Hämatokrit, Herzfrequenz, Pulsdruckvariation, Variation des systolischen Drucks, Voraustreibungszeitdauervariation und zentralvenöse Blutsauerstoffsättigung oder zentralvenöser Blutsauerstoffgehalt.

[0016] Als mittlerer arterieller Druck wird vorzugsweise der mittlere arterielle Druck während eines einzigen Herzzyklus benutzt. Als Hämoglobin wird vorzugsweise die Konzentration der Eisen enthaltenden Sauerstofftransport-Metalloproteine in den roten Blutkörperchen gemessen.

[0017] Als Hämatokrit wird vorzugsweise ein Anteil des Blutvolumens gemessen, das von roten Blutkörperchen eingenommen wird. Ein Herzzyklus umfasst vorzugsweise die drei Hauptzustände arterielle Systole, ventrikuläre Systole und vollständige Herzdiastole. Die Frequenz des Herzzyklus wird vorzugsweise als Herzfrequenz genutzt. Der Pulsdruck ist vorzugsweise die Änderung des arteriellen Blutdrucks während einer Kontraktion des Herzens. Die Pulsdruckvariation ist vorzugsweise die Änderung des Blutdrucks während eines einzelnen Atemzyklus. Zentralvenöse Blutsauerstoffsättigung ist vorzugsweise ein relativer Größenwert der Menge von Sauerstoff, die zentralvenös gefördert wird.

[0018] Als Controller kann jede Vorrichtung eingesetzt werden, die fähig ist, den Aktuator zu steuern. Vorzugsweise werden ein Chip oder eine Erweiterungskarte, besonders bevorzugt eine Rechenvorrichtung, am meisten bevorzugt ein Mikrocontroller oder eine programmierbare Steuerung benutzt.

[0019] [Es werden] mindestens zwei Parameter gemessen. Vorzugsweise werden die Parameter von mehreren Sensoren entsprechend der Anzahl der Parameter gemessen. Wenn z. B. zwei Parameter gemessen werden, werden sie vorzugsweise von zwei oder mehr Sensoren gemessen. Besonders bevorzugt werden zwei oder mehr Parameter von einem Sensor gemessen. Vorzugsweise ist die Anzahl der gemessenen Parameter größer als die Anzahl der verabreichten Medikamente.

[0020] Der Controller ist eingerichtet, um Abhängigkeiten von Medikamenten zu berücksichtigen. Daher werden komplexe Effektbeziehungen zwischen verschiedenen Medikamenten beim Verabreichen von Medikamenten an einen Patienten berücksichtigt. Vorzugsweise ist der Controller eingerichtet, um während einer bestimmten Zeitspanne zu bestimmen, das Verabreichen eines ersten Medikaments zu erhöhen und das Verabreichen eines zweiten Medikaments, welches den gleichen Effekt hat, zu reduzieren. Besonders bevorzugt ist der Controller eingerichtet zu bestimmen, das Verabreichen eines zweiten Medikaments zu stoppen, bis nach der Verabreichung eines ersten Medikaments eine bestimmte Zeitdauer vergangen ist. Vorzugsweise ist der Controller eingerichtet, um zu bestimmen, dass zwei oder mehr Medikamente abwechselnd verabreicht werden. Vorzugsweise ist der Controller eingerichtet, um zu bestimmen, zwei oder mehr Medikamente wechselweise abwechselnd über mehrere Zeiträume zu

verabreichen. Vorzugsweise ist der Controller dazu eingerichtet, eine Pause zu bestimmen, bevor ein Medikament verabreicht wird. Vorzugsweise ist der Controller eingerichtet zu bestimmen, eine zunehmende Dosis eines ersten Medikamentes und eine abnehmende Dosis eines zweiten Medikamentes zu verabreichen und bestimmt, die Dosis eines zweiten Medikamentes zu vergrößern und die Dosis des ersten Medikamentes zu verringern, nachdem eine bestimmte Dosis des ersten Medikaments oder ein bestimmtes Zeitlimit erreicht worden ist. Vorzugsweise ist der Controller eingerichtet, um zu bestimmen, ein zweites Medikament zu verabreichen, um einen Parameterwechsel zu beenden, der durch ein erstes Medikament herbeigeführt worden ist.

[0021] Ein Medikament ist abhängig von einem anderen Medikament, wenn das andere Medikament den therapeutischen Effekt des Medikaments beeinflusst. Vorzugsweise werden zwei Medikamente abhängig genannt, wenn sie sich gegenseitig beim Vergrößern oder Verringern eines bestimmten Parameters verstärken. Besonders bevorzugt werden zwei Medikamente abhängig genannt, wenn ein erstes Medikament den Effekt eines zweiten Medikaments auf einen bestimmten Parameter verringert. Medikamente werden selbst dann abhängig genannt, wenn eine Abhängigkeit nur für bestimmte Parameterwerte oder Dosen von verabreichten Medikamenten vorhanden ist.

[0022] Fluid, vorzugsweise Kristalloid- oder Kolloidlösungen, vasoaktive Mittel und inotrope Mittel können den Blutdruck (SAP und MAP) erhöhen und HR senken. Fluid und vasoaktive Mittel können POPV, SPV, PPV und PEPV senken. Inotrope Medikamente können POPV, SPV, PPV, PEPV, HR und ScVO₂ erhöhen. Daher sind inotrope Medikamente, Fluid und vasoaktive Mittel voneinander abhängig. Einige Medikamente, wie Dopamin, Dobutamin und Epinephrin sind gleichzeitig vasoaktiv und inotrop. Einige positiv inotrop wirkende Medikamente wie Dopamin, können Vasokonstriktion/Gefäßverengung verursachen, während andere, wie Dobutamin, eine Vasodilatation/Gefäßweiterung bewirken können. Diese Medikamente könnten gleichzeitig gegeben werden. Fluid verringert Hämoglobin und erhöht möglicherweise ScVO₂. Rote Blutkörperchen erhöhen Hämoglobin und ScVO₂ und verringern POPV, SPV, PPV und PEPV.

[0023] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform werden die Parameter aus einer Gruppe der folgenden [Parameter] ausgewählt: systolischer arterieller Druck (SAP), mittlerer arterieller Druck (MAP), Pulsoxymetrie-plethysmographische Wellenformvariation (POPV), Hämoglobin (Hb), Hämatokrit (ht), Herzfrequenz (HR), Pulsdruckvariation (PPV), Variation des systolischen Drucks (SPV), Voraustreibungszeitdauervariation (PEPV) und zentralvenöse

Blutsauerstoffsättigung (ScVO₂).

[0024] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform wird das Medikament aus einer Gruppe der folgenden [Medikamente] ausgewählt: Fluid, rote Blutkörperchen, vasoaktive Mittel und positiv inotrop wirkende Mittel.

[0025] Als Fluid werden vorzugsweise rote Blutkörperchen, kristalloide Lösungen, wie Lactat-Ringer-Lösung, isotonische Kochsalzlösung oder Kolloidlösungen, wie Gelatine, Hydroxyethylstärke, Albumin oder frisches gefrorenes Plasma eingesetzt. Als vasoaktives Mittel kann jede/s Hormon, Medikament oder Chemikalie eingesetzt werden, die/das fähig ist, eine vasokonstriktive/gefäßverengende oder vasodilatative/gefäßweiternde Wirkung auf die Blutgefäße auszulösen. Vorzugsweise werden Nitroprussid, Phenylephrin, Ephedrin oder Epinephrin, besonders bevorzugt Dopamin oder Noradrenalin eingesetzt.

[0026] Als inotropes Mittel kann jede Substanz, die die Kraft oder Energie der Myokardkontraktionen verstärkt, eingesetzt werden. Als inotropes Mittel werden vorzugsweise Katecholamine oder Phosphodiesterase-Inhibitoren, besonders bevorzugt Herzglykoside, am meisten bevorzugt Kalzium oder Kalzi-umsensibilisatoren eingesetzt. Vorzugsweise werden Phosphodiesterase-Inhibitoren oder Levosimendan, besonders bevorzugt Dobutamin, Epinephrin oder Dopamin eingesetzt.

[0027] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform umfasst der Controller weiterhin eine Maximumvorrichtung, die einen Maximumspeicher umfasst, der einen Wert für eine Maximumdosis eines Medikaments enthält, eine Dosisbestimmungsvorrichtung zum Bestimmen der Dosis eines Medikaments, das verabreicht wird, und einen Maximumstopper zum Stoppen der Verabreichung eines Medikaments in dem Fall, dass das verabreichte Medikament die Maximumdosis erreicht. Daher ist es möglich, zu verhindern, dass einem Patienten zuviel von einem Medikament verabreicht wird.

[0028] Als Maximumvorrichtung kann jede Vorrichtung eingesetzt werden, die fähig ist zu bestimmen, ob eine Maximumdosis oder -menge eines Medikaments schon verabreicht worden ist und die Verabreichung dieses Medikaments zu stoppen. Vorzugsweise wird eine Rechenvorrichtung, wie ein Mikrocontroller eingesetzt.

[0029] Als Maximumspeicher kann jede Vorrichtung, die fähig ist, einen Wert für eine Maximalmenge eines Medikaments bereitzustellen, eingesetzt werden. Vorzugsweise wird ein Computerspeicher, wie ein ROM, RAM oder Flashspeicher eingesetzt.

[0030] Die Maximumdosis eines Medikaments ist

eine vorher festgelegte Maximumdosis, die einem Patienten verabreicht werden kann. Die Maximumdosis ist vorzugsweise abhängig von dem Alter, dem Blutdruck, dem arteriellen Druck und/oder der Herzfrequenz, besonders bevorzugt von den Medikamenten, die dem Patienten schon verabreicht worden sind, dem Gewicht und/oder dem Geschlecht eines Patienten.

[0031] Die Dosisbestimmungsvorrichtung ist eine Vorrichtung, die fähig ist, die Dosis eines Medikaments zu bestimmen, das einem Patienten verabreicht worden ist. Vorzugsweise ist die Dosisbestimmungsvorrichtung eine Messeinheit, die eingerichtet ist, um jede Dosis eines Medikaments zu messen, das einem Patient verabreicht wird. Besonders bevorzugt ist die Dosisbestimmungsvorrichtung eine Rechenvorrichtung, wie ein Mikrokontroller, der Dosen von Medikamenten zählt, die dazu vorgesehen sind, dem Patienten verabreicht zu werden.

[0032] Der Maximumstopper ist eine Vorrichtung, die eingerichtet ist, um die Verabreichung eines Medikaments zu stoppen. Vorzugsweise ist der Maximumstopper eine Rechenvorrichtung, die das Bestimmen von Dosen eines Medikaments, die einem Patienten verabreicht werden sollen, stoppt.

[0033] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform umfasst der Controller weiterhin eine Effektsteuerungsvorrichtung, die einen Effektspeicher zum Speichern eines Verzeichnisses von Medikamenten und entsprechenden erwarteten Parameteränderungen umfasst und einen Stopper zum Stoppen der Verabreichung eines Medikaments, wobei die Effektsteuerungsvorrichtung programmiert ist, den Stopper zu aktivieren, falls ein Medikament verabreicht wird und mindestens eine entsprechende erwartete Parameteränderung nicht eintritt. Dadurch kann ein Patient davor geschützt werden, in einer Weise behandelt zu werden, die keinen Effekt zeigt oder möglicherweise einen individuellen Patienten schädigt.

[0034] Vorzugsweise wird in dem Fall, dass kein weiteres Medikament zum Steuern des jeweiligen Parameters und seines Wechsels vorhanden ist ein Alarm gegeben.

[0035] Effekte, die erwartet werden, sind vorzugsweise Parameteränderungen. Das Effektergebnis ist vorzugsweise die Änderung eines gemessenen Parameters. Vorzugsweise steigt ein erwarteter Effekt innerhalb eines Zeitraums von der Verabreichung des Medikaments an. Besonders bevorzugt beginnt sich ein Effekt nach einer bestimmten Verzögerung von der Verabreichung des Medikaments an zu zeigen. Als eine Effektsteuerungsvorrichtung kann jede Vorrichtung, die fähig ist, Parameter mit erwarteten Parameteränderungen zu vergleichen und zu unterscheiden, ob die Infusion eines Medikaments ge-

stoppt werden muss, eingesetzt werden. Vorzugsweise wird eine Computervorrichtung eingesetzt.

[0036] Als Effektspeicher kann jede Vorrichtung eingesetzt werden, die fähig ist, Effekte, beispielsweise die Historie der gemessenen Parameter zu speichern. Vorzugsweise wird ein Computerspeicher, wie ein RAM, ROM, Flashspeicher eingesetzt. Es ist auch möglich, einen magnetischen Speicher, wie eine Magnetdiskette oder Magnetband einzusetzen.

[0037] Entsprechende erwartete Parameteränderungen sind Parameteränderungen, die erfahrungsgemäß bei dem jeweiligen Patienten auftreten werden. Vorzugsweise sind die entsprechenden erwarteten Parameteränderungen Parameteränderungen, die einen therapeutischen Effekt eines Medikaments oder einer Behandlung anzeigen.

[0038] Als Stopper kann jede Vorrichtung, die fähig ist, die Infusion eines Medikaments zu stoppen, eingesetzt werden. Vorzugsweise wird eine Computervorrichtung, insbesondere ein Mikrokontroller eingesetzt, der stoppt, die Verabreichung eines Medikaments an einen Patienten zu bestimmen. Eine andere bevorzugte Ausführungsform ist eine Vorrichtung, die den Aktuator darin stoppt, Medikamente bereitzustellen. Vorzugsweise ist diese Vorrichtung ein Computerprogramm oder eine programmierbare Logikschaltung, insbesondere ein Computerprogramm, das in einem EEPROM gespeichert ist. Es ist auch möglich, ein Ventil zwischen dem Aktuator und dem Patienten bereitzustellen, das verhindert, dass einem Patienten ein Medikament verabreicht wird, das von dem Aktuator schon bereitgestellt worden ist.

[0039] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform umfasst der Controller ein Abstandsanalysegerät, das den Abstand zwischen einem Grenzwert, insbesondere einer Hyperfläche, vorzugsweise einer Linie für zwei Parameter und einer Parameterposition bestimmt, wobei die Parameterposition durch die tatsächlich gemessenen Parameter bestimmt wird und eine Umwandlungseinheit zum Umwandeln des Abstands in eine Dosis eines Medikaments, wobei der Controller programmiert ist, um den Aktuator entsprechend dieser Dosis eines Medikaments zu aktivieren. Dadurch wird die Dosis eines Medikaments genau bestimmt.

[0040] Als Abstandsanalysegerät wird vorzugsweise eine Computervorrichtung, insbesondere ein Mikrokontroller oder eine frei programmierbare Steuerung, eingesetzt.

[0041] Eine Grenze, insbesondere ein Grenzwert, ist vorzugsweise ein vorher festgelegter Wert für einen Parameter oder eine Hyperfläche innerhalb des Parameterbereichs. Für zwei Parameter ist die Hyperfläche vorzugsweise eine Linie. Vorzugsweise ba-

siert eine Grenze auf empirischen Daten. Vorzugsweise trennt eine Grenze Bereiche mit verschiedenen Behandlungsstrategien. Vorzugsweise wird die Grenze durch die Parameterpunkte definiert, an denen eine Behandlung wie das Dosieren eines Medikaments gestoppt oder begonnen werden sollte. Vorzugsweise basiert ein Grenzwert auf Daten, die den Wert eines Parameters mit einem Zeitrahmen kombinieren, der die Zeit anzeigt, die von der Gabe eines Medikaments an vergangen ist, bis der gemessene Wert aufgetreten ist. In einer anderen bevorzugten Ausführungsform trennt eine Grenze einen Bereich von Parameterpunkten, in dem ein Patient geschädigt wird. Vorzugsweise trennt die Grenze einen Bereich, der angestrebt werden muss. Vorzugsweise ist dieser Bereich ein Bereich ohne Aktionen. Ein Grenzwert verändert sich vorzugsweise abhängig vom Wert bestimmter Parameter. Es ist möglich, die Grenze durch eine mehrdimensionale Gleichung darzustellen. Wenn ein Grenzwert für zwei Parameter dargestellt wird, kann dies beispielsweise als Diagramm mit zwei Achsen, die rechtwinklig sind, durchgeführt werden, wobei jede der Achsen die Werte bestimmter Parameter in einer aufsteigenden Reihenfolge zeigt, wobei der Grenzwert als eine Linie in dem Diagramm gezeigt wird. Die Grenzlinie ist vorzugsweise gebogen, besonders bevorzugt gibt es zum Anzeigen, ob ein Medikament verabreicht werden soll mehrere Grenzlinien. Vorzugsweise werden einzelne Grenz-Hyperflächen für jedes Behandlungsverfahren bereitgestellt. Vorzugsweise wird eine Grenz-Hyperfläche zum Dosieren eines Medikaments, Stoppen der Aktuatoren und/oder Geben eines Alarms bereitgestellt.

[0042] Eine Parameterposition wird durch den Wert eines oder mehrerer Parameter bestimmt. In einem Diagramm wie oben beschrieben wäre eine Parameterposition ein bestimmter Punkt, der den Wert beider gemessenen Parameter zeigt.

[0043] Der Abstand zwischen einer Parameterposition und einer Grenze ist vorzugsweise die kleinste Differenz, insbesondere die Quadratwurzel zwischen den jeweiligen Parameterwerten. Auf einem Diagramm gezeigt ist der Abstand vorzugsweise eine Linie zwischen der Parameterposition und dem nächsten Grenzpunkt. Wenn die Grenze eine Linie, ein Bereich, ein Volumen oder ähnliches ist, ist der Abstand die kleinste Differenz zwischen der Parameterposition und den Grenzpunkten, die möglich ist. Wenn die Parameter unterschiedliche Maßeinheiten haben, können Sie beliebig gewichtet werden, um den Abstand zu bestimmen.

[0044] Das Bestimmen des Abstandes wird vorzugsweise durch Berechnen der Differenz der Parameterwerte durchgeführt. Es kann auch durchgeführt werden, indem die Daten grafisch dargestellt werden und der Abstand gemessen wird. Besonders bevor-

zugt wird der Abstand aus der Gleichung der Grenz-Hyperfläche berechnet.

[0045] Als Umwandlungseinheit kann jede Vorrichtung eingesetzt werden, die fähig ist, den Abstand zwischen der Parameterposition und der Grenze in eine Dosis eines Medikaments umzuwandeln. Vorzugsweise wird eine Rechenvorrichtung, insbesondere ein Mikrocontroller oder eine programmierbare Steuerung als Umwandlungseinheit eingesetzt.

[0046] Die Dosis eines Medikaments ist vorzugsweise die Menge eines Medikaments, die bestimmt ist, einem Patienten verabreicht zu werden. In einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist der Controller eine Regeleinrichtung. Dadurch wird die Wirkung eines Medikaments, das schon verabreicht worden ist, bei der Bestimmung, ob ein Medikament verabreicht werden soll, berücksichtigt.

[0047] Die Regeleinrichtung steuert bzw. regelt vorzugsweise den Wert von Parametern während oder/und nachdem ein Medikament verabreicht worden ist und nutzt das Ergebnis um zu bestimmen, ob ein Medikament verabreicht werden soll. Abhängig von dem Wert der Parameteränderung ist die Regeleinrichtung eingerichtet, um zu bestimmen, die Verabreichung des Medikaments zu stoppen, die Dosis des Medikaments zu steigern und/oder ein anderes Medikament zu verabreichen. Der Controller ist vorzugsweise eingerichtet, zu bestimmen, die Verabreichung eines oder mehrerer Medikamente abhängig von dem Wert der Parameter zu stoppen. Vorzugsweise bestimmt der Controller nach einer bestimmten Zeitspanne wieder, ob ein Medikament verabreicht werden soll. Vorzugsweise berücksichtigt der Controller beim Bestimmen, ob ein Medikament verabreicht werden soll, die absolute Anzahl von bestimmten Medikamenten, die verabreicht worden sind. Vorzugsweise berücksichtigt der Controller die Zeit zum Abbau von verabreichten Medikamenten. Besonders bevorzugt stoppt der Controller die Bestimmung, ob ein Medikament verabreicht werden soll, nachdem eine Gesamtmenge erreicht worden ist. Vorzugsweise berücksichtigt der Controller den Gesamtbetrag der Zeit der Behandlung. Besonders bevorzugt stoppt der Controller die Verabreichung der Medikamente nach einer bestimmten Dauer der Behandlung.

[0048] Vorzugsweise umfasst die Vorrichtung Signalelemente, die die Verfassung eines Patienten zeigen. Dadurch kann die Verfassung eines Patienten einem Arzt oder einer Krankenschwester in geeigneter Weise mitgeteilt werden. Besonders bevorzugt umfasst die Vorrichtung ein Element, das einen Alarmzustand des Patienten definiert. Vorzugsweise sind diese Elemente gefärbte Bereiche auf einem Monitor. Besonders bevorzugt sind diese Elemente optische und/oder akustische Signale.

[0049] Das Ziel dieser Erfindung wird auch durch ein Verfahren zum Verabreichen von mindestens einem Medikament erreicht, das umfasst: Messen mindestens zweier Parameter und Verursachen, dass mindesten zwei Medikamente abhängig von den Werten der beiden Parameter verabreicht werden, wobei Abhängigkeiten der Medikamente berücksichtigt werden.

[0050] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden jetzt, basierend auf den beigefügten Zeichnungen, beschrieben. worin:

[0051] [Fig. 1](#) eine schematische Ansicht eines Regeleinrichtungssystems entsprechend der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0052] [Fig. 2](#) ein Ablaufdiagramm einer Regeleinrichtung entsprechend der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0053] [Fig. 3](#) ein anderes Ablaufdiagramm einer Regeleinrichtung entsprechend der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0054] [Fig. 4](#) eine schematische Ansicht eines anderen Regeleinrichtungssystems entsprechend der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0055] [Fig. 5](#) ein anderes Ablaufdiagramm einer Regeleinrichtung entsprechend der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0056] [Fig. 6](#) ein anderes Ablaufdiagramm einer Regeleinrichtung entsprechend der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0057] [Fig. 7](#) Parameter, die Eingangsparameter für einen Controller/eine Steuerung entsprechend der vorliegenden Erfindung sind und Medikamente, die von einem Aktuator in dem Fall, dass der Controller den Aktuator aktiviert, dies zu tun, verabreicht werden, zeigt;

[0058] [Fig. 8](#) ein Diagramm, das von einem Controller eingesetzt wird, um zu bestimmen, ob ein Medikament verabreicht werden soll zeigt;

[0059] [Fig. 9](#) ein anderes Diagramm, das von einem Controller eingesetzt wird, um zu bestimmen, ob ein Medikament verabreicht werden soll zeigt;

[0060] [Fig. 10](#) ein anderes Diagramm, das von einem Controller eingesetzt wird, um zu bestimmen, ob ein Medikament verabreicht werden soll zeigt;

[0061] [Fig. 11](#) ein Diagramm, das von einem Controller eingesetzt wird, um zu bestimmen, wie viel eines Medikaments verabreicht werden soll zeigt; und

[0062] [Fig. 12](#) eine schematische Ansicht einer Ausführungsform einer Vorrichtung zum Verabreichen von zwei verschiedenen Medikamenten zeigt.

[0063] [Fig. 1](#) zeigt eine Vorrichtung **1**, die ein Regelungseinrichtungssystem/Controller **60** einschließt, das Eingangparameter von einem Monitor für den arteriellen Druck **50** erhält, der mit einer arteriellen Druckmanschette **130** und einer arteriellen Leitung **135** verbunden ist, einen Elektrokardiogrammmonitor **58**, der mit Elektrokardiogrammelektroden **133** verbunden ist und einen Pulsoximetriemonitor **132**, der mit einer Pulsoximetriesonde **131** verbunden ist. Der Controller **1** ist mit einer Infusionspumpe oder elektrischen Spritze für die venöse Verabreichung von vasoaktiv und/oder inotrop wirksamen Mitteln **142**, die mit einer venösen Leitung **141** verbunden ist, und einer Perfusionspumpe **140** zur Flüssigkeitsverabreichung, die mit einer anderen venösen Leitung verbunden und einem Fluidbeutel **139** zugeordnet ist, verbunden. Ein mechanisches Beatmungsgerät **134** ist mit den Atemwegen eines Patienten verbunden.

[0064] Diese Vorrichtung **1** wird vorzugsweise bei vielen Patienten, die sich einer Operation unterziehen, eingesetzt. Bei Patienten, die sich einer Operation unterziehen, ist das häufigste klinische Ziel, den systolischen arteriellen Druck (SAP) (oder mittleren arteriellen Druck (MAP)) über einem vorher festgelegten Grenzwert SAPtv1 (oder MAPtv1) und unter einem vorher definierten Grenzwert SAPtv2 (oder MAPtv2) zu halten. Mit dieser Vorrichtung werden mehrere Eingangsgrößen ausgewertet und [es wird] eine Regeleinrichtung für mehrere Ausgangsgrößen gebildet.

[0065] Die Funktion der Vorrichtung wird in dem Ablaufdiagramm in [Fig. 2](#) gezeigt und im Folgenden beschrieben.

[0066] [Fig. 2](#) zeigt ein Ablaufdiagramm einer automatischen Regeleinrichtung **60** entsprechend der vorliegenden Erfindung. Der automatische Controller **60** arbeitet wie folgt: Zuerst wird SAP (oder MAP) von dem arteriellen Druckmonitor gemessen.

[0067] Wenn SAP (oder MAP) zwischen SAPtv1 und SAPtv2 liegt, wird nichts geändert.

[0068] Wenn SAP (oder MAP) über einem vorher definierten Grenzwert SAPtv2 (oder MAPtv2) liegt, wird die Verabreichung von vasoaktiv oder/und inotrop wirkenden Mitteln verringert (oder gestoppt) oder/und die Fluidverabreichungsrate wird verringert.

[0069] Wenn SAP (oder MAP) unterhalb des vorher definierten Grenzwerts SAPtv1 (oder MAPtv1) liegt, wird die Pulsoxymetrieplethysmographische Wellenformvariation (POPV) (oder die Voraustreibungszeitdauervariation PEV, oder die arterielle Pulsdruckvari-

ation PPV oder die arterielle Variation des systolischen Drucks (SPV), die durch die mechanische Ventilation induziert ist, eingesetzt, um die angemessenste Behandlung zum Normalisieren von SAP (oder MAP) auszuwählen.

[0070] POPV wird von der Analyse der pulsoxymetrischen plethysmographischen Wellenform hergeleitet, PEPV wird aus der gleichzeitigen Analyse der pulsoxymetrischen plethysmographischen Wellenform, die von dem Pulsoxymetrie-Monitor **54** bereitgestellt wird (oder der arteriellen Druckkurve, die von dem Montitor für den arteriellen Druck **50** bereitgestellt wird) und der ununterbrochenen Aufnahme des Elektrokardiogramms, das von dem Elektrokardiogrammmonitor **58** bereitgestellt wird, erhalten, und PPV oder SPV werden aus der Analyse der arteriellen Druckkurve erhalten. All diese Signale (POPV oder PEPV oder PPV oder SPV) sind Eingabegrößen für den automatischen Controller **60**. Der automatische Controller **60** ist geeignet, die Verabreichung von Fluid und vasoaktiv oder/und inotrop wirksamen Mitteln an Patienten, die sich einer Operation unterziehen auszulösen und zu betreiben.

[0071] Als Option wird die Berechnung von POPV (oder PEPV oder PPV oder SPV) durch das zusätzliche und gleichzeitige Aufnehmen und Analysieren eines respiratorischen Signals (z. B. eines Atemwegdruckes, einer Durchflusskennlinie oder eines kapnographischen Signals oder ein den Thorax betreffendes elektrisches Bio-Impedanzsignal) verfeinert.

[0072] In allen Fällen wird SAP (oder MAP) nach einem vordefinierten Zeitraum (DT) erneut bestimmt und dasselbe automatische Verfahren wird von dem Regeleinrichtungssystem befolgt.

[0073] Wenn POPV (oder PEPV oder PPV oder SPV) sich über einem gegebenen Grenzwert (POPVtv) befinden, wird durch eine Verabreichungspumpe oder Infusionspumpe **140**, die mit dem automatischen Controller **60** verbunden ist und durch ihn gesteuert wird (Ausgangssignal) die Verabreichung von Fluid gestartet oder automatisch gesteigert, wie in [Fig. 1](#) gezeigt.

[0074] Als Option wird auch der Bluthämoglobingehalt Hb (oder der Hämatokritwert des Blutes Hct) fortlaufend beobachtet (oder halbfortlaufend) und als zusätzliches Eingangssignal von dem automatischen Controller **60** genutzt, um den Typ des verabreichten Fluids zu bestimmen: rote Blutkörperchen oder ein anderes Produkt (z. B. Kristalloid- oder Kolloidlösung). Wenn Hb (oder Hct) unter einem gegebenen Grenzwert Hbtv (oder Hcttv) liegt, werden rote Blutkörperchen verabreicht. Wenn Hb (oder Hct) über dem gegebenen Grenzwert Hbtv (oder Hcttv) liegt, werden andere Typen von Fluiden (z. B. Kristalloid- oder Kolloidlösung) verabreicht.

[0075] Wenn POPV (oder PEPV oder PPV oder SPV) unter einem vorgegebenen Grenzwert POPtv liegt, wird automatisch ein vasoaktives oder/und inotropes Mittel durch eine elektrische Spritze **142** gegeben, die mit dem automatischen Controller (Ausgangssignal) verbunden ist und dadurch gesteuert wird, wie in [Fig. 1](#) gezeigt. Aus Sicherheitsgründen wird, sobald ein vasoaktives oder/und inotropes Mittel mit chronotrop wirksamen Eigenschaften (z. B. Dopamin) gegeben wird, auch die Herzfrequenz HR fortlaufend beobachtet (Eingangssignal). Wenn HR oberhalb eines vorgegebenen Grenzwertes HRtv liegt, oder wenn der Herzschlag des Patienten vor der Verabreichung von vasoaktiven Mitteln arrhythmisch ist, wird die Verabreichung von vasoaktiv oder/und inotrop wirksamen Mitteln von dem automatischen Controllersystem nicht erlaubt. Wenn HR HRtv übersteigt, oder wenn der Herzschlag des Patienten während der Verabreichung von vasoaktiv oder/und inotrop wirksamen Mitteln arrhythmisch wird, wird die Verabreichung von vasoaktiven oder/und inotropen Mitteln gestoppt oder verlangsamt.

[0076] [Fig. 3](#) zeigt ein anderes Ablaufdiagramm einer Regeleinrichtung entsprechend der vorliegenden Erfindung.

[0077] Zuerst wird PPV gemessen.

[0078] Wenn PPV (oder SPV oder POPV oder PEPV) über einem vorher bestimmten Grenzwert PPVtv (oder POPVtv oder PEPVtv) liegt, wird durch eine Infusionspumpe bzw. Verabreichungspumpe **140**, die mit dem automatischen Controller (Ausgangssignal) verbunden ist und durch ihn gesteuert wird, automatisch Flüssigkeit abgegeben.

[0079] Als Option wird auch der Bluthämoglobingehalt Hb (oder der Hämatokritwert Hct des Blutes) kontinuierlich (oder halbkontinuierlich) beobachtet und als zusätzliches Eingangssignal von dem automatischen Controller genutzt, um die Art des verabreichten Fluids zu bestimmen: rote Blutkörperchen oder eine andere Infusion (z. B. Kristalloid- oder Kolloidlösungen).

[0080] Wenn Hb (oder Hct) unter einem gegebenen Grenzwert Hbtv (oder Hcttv) liegt, werden rote Blutkörperchen verabreicht. Wenn Hb (oder Hct) oberhalb des gegebenen Grenzwertes Hbtv (oder Hcttv) liegt, werden andere Fluidtypen (z. B. Kristalloid- oder Kolloidlösung) verabreicht.

[0081] Wenn PPV (oder SPV oder PEPV oder PPV) unter einem vorgegebenen Grenzwert PPVtv liegt, wird SAP gemessen und die angemessenste Behandlung hängt von SAP (oder MAP) ab. Wenn SAP (oder MAP) unterhalb einem vorgegebenen Grenzwert SAPtv1 (oder MAPtv1) liegt, wird automatisch

ein vasoaktives oder/und positiv inotrop wirkendes Mittel von einer elektrischen Spritze **142** gegeben, die mit dem automatischen Controller (Ausgangssignal) verbunden ist und dadurch gesteuert wird. Aus Sicherheitsgründen wird, sobald ein vasoaktives oder/und positiv inotrop wirkendes Mittel mit chronotropen Eigenschaften (z. B. Dopamin) gegeben wird, auch die Herzfrequenz HR kontinuierlich beobachtet (Eingangssignal). Wenn HR über einem vorgegebenen Grenzwert HR_{tv} liegt oder wenn der Herzschlag des Patienten vor dem Verabreichen von vasoaktiven oder/und positiv inotrop wirkenden Mitteln arrhythmisch ist, wird die Verabreichung von vasoaktiv oder/und positiv inotrop wirkenden Mitteln von dem automatischen Controllersystem nicht erlaubt. Wenn HR HR_{tv} überholt oder wenn der Herzschlag des Patienten während des Eingebens von vasoaktiv oder/und positiv inotrop wirkenden Mitteln arrhythmisch wird, wird das Eingeben von vasoaktiv oder/und positiv inotrop wirkenden Mitteln durch das automatische Controllersystem gestoppt oder verlangsamt.

[0082] Wenn SAP (oder MAP) über einem vorher definierten Grenzwert SAP_{tv2} (oder MAP_{tv2}) liegt, wird das Eingeben von vasoaktiv oder/und positiv inotrop wirkenden Mitteln verringert (oder gestoppt) oder/und die Fluidverabreichungsrate wird verringert.

[0083] Wenn SAP (oder MAP) zwischen SAP_{tv1} und SAP_{tv2} liegt, wird nichts geändert. In allen Fällen wird PPV (oder SPV oder POPV oder PEPV) nach einem vorher definierten Zeitraum (Dt) wieder evaluiert und dasselbe automatische Verfahren wird von dem Regeleinrichtungssystem befolgt.

[0084] Bei einigen Patienten, die sich einer Operation unterziehen (vor allem einer Risikooperation), kann das klinische Ziel nicht nur sein, den Blutdruck innerhalb eines vorher definierten Bereichs zu halten (z. B. zwischen SAP_{tv1} und SAP_{tv2}, wie oben beschrieben), sondern auch das Schlagvolumen [des Herzens] zu maximieren (oder das Schlagvolumen [des Herzens] zu erhöhen, bis es einen Plateauwert erreicht) durch das Mittel mit Fluid zu beaufschlagen.

[0085] Wenn Herzzeitvolumen und das Schlagvolumen [des Herzens] nicht gemessen oder beobachtet werden ist es möglich, das klinische Ziel „Maximieren des Schlagvolumens [des Herzens]“ durch das klinische Ziel „Minimieren des PPV“ (oder SPV oder POPV oder PEPV als Eingangssignale ([Fig. 1](#))) zu ersetzen. Wenn PPV (oder SPV oder POV oder PEPV) niedrig ist, induzieren Änderungen der Herzvorlast, die durch maschinelles Einatmen bewirkt werden, keine signifikante Änderung des Schlagvolumens [des Herzens], weil der Patient nicht sensibel auf Änderungen der Herzvorlast reagiert.

[0086] Im Gegensatz bedeutet es, wenn PPV (oder

SPV oder POV oder PEPV) hoch ist, dass durch maschinelles Einatmen induzierte Änderungen der Herzvorlast signifikante Änderungen des Schlagvolumens [des Herzens] induzieren, weil der Patient sensibel auf Änderungen der Herzvorlast reagiert und daher sein Schlagvolumen [des Herzens] als Antwort auf weitere Fluidverabreichung weiter vergrößern könnte. Daher können PPV (oder SPV oder POPV oder PEPV) als Mittel eingesetzt werden, um zu wissen, ob Fluidverabreichung geeignet wäre oder nicht, um das Schlagvolumen [des Herzens] weiter zu steigern. Wenn nicht, hat der Patient das maximale Schlagvolumen [des Herzens], das er durch das Aufnehmen von Fluid erreichen kann, erreicht. Daher, wenn „Minimieren des PPV“ (als Ersatz für „Maximieren des Schlagvolumens [des Herzens]“) als das klinische Ziel während der Operation gewählt worden ist, kann auch der Algorithmus, der in [Fig. 3](#) gezeigt ist, von dem Regeleinrichtungssystem angewendet werden.

[0087] [Fig. 4](#) zeigt eine andere Ausführungsform einer Vorrichtung **1** mit einem Regeleinrichtungssystem **60**. Diese Vorrichtung **1** umfasst vier zusätzliche Merkmale, verglichen mit der Vorrichtung **1**, die in [Fig. 1](#) gezeigt wird. Hier bekommt das Regeleinrichtungssystem **60** Input von einem zentralvenösen Blutsauerstoffsättigungsmonitor **137**, der mit einer zentralen venösen Leitung **136** verbunden ist. Das Regeleinrichtungssystem **60** ist mit einer elektrischen Spritze zur venösen Infusion eines vasoaktiven Mittels **10** und einer elektrischen Spritze zur venösen Infusion eines positiv inotropen Mittels **138** verbunden.

[0088] Diese Ausführungsform wird angewandt, wenn PPV durch den Einsatz von Fluidabreichung minimiert worden ist (bedeutend, dass das Schlagvolumen [des Herzens] durch Fluidverabreichung einen Plateauwert erreicht hat oder „maximiert“ worden ist), wie in dem vorherigen Algorithmus beschrieben. In diesem Fall ist der Anästhesist daran interessiert, das Schlagvolumen [des Herzens] durch den Einsatz von positiv inotrop wirkenden Mitteln zu erhöhen. In diesem Fall ist das klinische Ziel einen vorher definierten Grenzwert von Sauerstofflieferung oder zentralvenöser Blutsauerstoffsättigung (ScvO₂) oder zentralvenösem Sauerstoffgehalt (CvO₂) zu erreichen. Daher werden ScvO₂ oder CvO₂ kontinuierlich oder halbkontinuierlich beobachtet. ScvO₂ oder CvO₂ werden als zusätzliche Signaleingabe für ein Regeleinrichtungssystem genutzt.

[0089] Die Funktion dieses Systems wird mittels des Diagramms, das in [Fig. 5](#) gezeigt ist, beschrieben.

[0090] [Fig. 5](#) zeigt ein Ablaufdiagramm einer Regeleinrichtung entsprechend der vorliegenden Erfindung. Dieses Ablaufdiagramm zeigt einen Regelkreis der Vorrichtung **1**, der dem Regelkreis, der in [Fig. 3](#) gezeigt ist, ähnlich ist. Verglichen mit [Fig. 3](#) zeigt

Fig. 5 einen zusätzlichen Kreis, der in den Algorithmus, der in **Fig. 3** gezeigt ist, implementiert ist. Dieser Algorithmus wird mit einem System, das in **Fig. 4** gezeigt wird, genutzt.

[0091] Sobald die vorgegebenen PPV-(oder SPV oder POPV oder PEPV) und SAP (oder MAP)Werte, entsprechend dem vorherigen Algorithmus, der in **Fig. 3** dargestellt ist, erreicht worden sind, werden ScvO₂- oder CvO₂-Messungen von dem Regeleinrichtungssystem, das zu dem Algorithmus in **Fig. 5** hinzugefügt ist, analysiert.

[0092] Wenn ScvO₂ oder CvO₂ unter einem vorher definierten Grenzwert (ScvO₂tv oder CvO₂tv) liegt, wird eine Verabreichung von positiv inotrop wirkenden Medikamenten gestartet oder erhöht (Ausgangssignal). Aus Sicherheitsgründen wird, sobald ein positiv inotrop wirkendes Mittel mit chronotropen Eigenschaften (z. B. Dobutamin oder Epinephrin) gegeben wird, auch die Herzfrequenz HR kontinuierlich beobachtet (Eingangssignal). Wenn die Herzfrequenz über einem gegebenen Grenzwert HRtv liegt, oder wenn der Herzschlag des Patienten vor der Verabreichung von inotropen Mitteln arrhythmisch ist, wird das Eingeben von inotrop wirkenden Mitteln von dem automatischen Controllersystem nicht erlaubt (Ausgangssignal). Wenn HR HRtv überholt oder wenn der Herzschlag des Patienten während des Eingebens von positiv inotrop wirkenden Mitteln arrhythmisch wird, wird das Eingeben von positiv inotrop wirkenden Mitteln durch den automatischen Controller (Ausgangssignal) gestoppt oder verlangsamt.

[0093] Wenn ScvO₂ oder CvO₂ über dem vorher definierten Grenzwert ScvO₂tv oder CvO₂tv liegt, wird nichts geändert.

[0094] In allen Fällen wird PPV (oder SPV oder POPV oder PEPV) nach einem vorher bestimmten Zeitraum (DT) wieder evaluiert und dasselbe automatische Verfahren wird von dem Regeleinrichtungssystem verfolgt.

[0095] **Fig. 6** zeigt ein anderes Ablaufdiagramm einer Regeleinrichtung entsprechend der vorliegenden Erfindung.

[0096] Zuerst wird SAP (oder MAP) gemessen.

[0097] Wenn SAP (oder MAP) unter dem vorher definierten Grenzwert SAPtv1 (oder MAPtv1) liegt, wird der systemische vaskuläre Widerstand SVR eingesetzt, um die angemessenste Behandlung auszuwählen, um SAP (oder MAP) zu normalisieren. SVR wird wie folgt aus den gleichzeitigen Messungen von MAP und CO erhalten: $SVR = f(MAP, CO)$. Als Option wird die Berechnung von SVR durch die zusätzliche und gleichzeitige Aufnahme und Analyse des zentralvenösen Drucks CVP wie folgt verfeinert: SVR

$= f(MAP, CVP, CO)$.

[0098] In diesem Fall wird der automatische Controller **60** wie folgt arbeiten: Wenn SVR über einem gegebenen Grenzwert (SVRtv) liegt, wird die Fluidverabreichung automatisch von einer Verabreichungspumpe bzw. Infusionspumpe **140** erhöht, die mit dem automatischen Controller **60** verbunden ist und durch ihn gesteuert wird (Ausgangssignal). Als Option wird auch der Bluthämoglobingehalt Hb (oder der Hämatokritwert des Blutes Ht) kontinuierlich beobachtet (oder halbkontinuierlich) und als zusätzliches Eingangssignal von dem automatischen Controller genutzt, um den Typ des Fluids zu bestimmen, der zu verabreichen ist: rote Blutkörperchen oder andere Typen von Fluid (z. B. Kristalloid- oder Kolloidlösung). Wenn Hb (oder Hct) unter einem vorgegebenen Grenzwert Hbtv (oder Hcttv) liegt, werden rote Blutkörperchen verabreicht. Wenn Hb (oder Hct) über dem gegebenen Grenzwert Hbtv (oder Hcttv) liegt, werden andere Typen von Fluid (z. B. Kristalloid- oder Kolloidlösung) verabreicht.

[0099] Wenn SVR unter einem vorgegebenen Grenzwert SVRtv liegt, wird automatisch ein vasoaktives Mittel durch eine elektrische Spritze **142** gegeben, die mit dem automatischen Controller verbunden ist und durch ihn gesteuert wird (Ausgangssignal). Aus Sicherheitsgründen wird sobald ein vasoaktives Mittel mit chronotropen Eigenschaften (z. B. Dopamin) gegeben wird, auch die Herzfrequenz HR kontinuierlich beobachtet (Eingangssignal). Wenn HR über einem gegebenen Grenzwert HRtv liegt oder wenn der Herzschlag des Patienten vor der Verabreichung eines vasoaktiven Mittels arrhythmisch ist, wird die Verabreichung von vasoaktiven Mitteln durch das automatische Controllersystem nicht erlaubt. Wenn HR HRtv übersteigt oder wenn der Herzschlag des Patienten während des Eingebens von vasoaktiven Mitteln arrhythmisch wird, wird das Eingeben von vasoaktiven Mitteln gestoppt oder verlangsamt.

[0100] Wenn SAP (oder MAP) über einem vorher definierten Grenzwert SAPtv2 (oder MAPtv2) liegt, wird das Eingeben eines vasoaktiven Mittels verringert (oder gestoppt) oder/und die Fluidverabreichungsrate wird verringert.

[0101] Wenn SAP (oder MAP) zwischen SAPtv1 und SAPtv2 liegt, wird nichts geändert. SAP (oder MAP) wird nach einem vorher definierten Zeitraum (DT) wieder evaluiert und dasselbe automatische Verfahren wird von dem Regeleinrichtungssystem befolgt.

[0102] Dieser Algorithmus wird von dem automatischen Controllersystem eingesetzt, um das Eingeben von vasoaktiven Medikamenten auszulösen und zu betreiben, wenn das Schlagvolumen [des Her-

zens] SV oder das Herzzeitvolumen CO, während der Operation (z. B. durch Pulskonturanalyse oder Ösophagus Doppler oder Teilkohlendioxidrückatmungsverfahren oder elektrisches Bioimpedanzverfahren) gemessen und beobachtet werden.

[0103] Dieser Algorithmus wird eingesetzt, wenn das klinische Ziel ist, den systolischen arteriellen Druck (SAP) (oder mittleren arteriellen Druck MAP) über einem vorher definierten Grenzwert SAPtv1 (oder MAPtv1) und unter einem vorher definierten Grenzwert SAPtv2 (oder MAPtv2) zu halten.

[0104] Eine Alternative zu dem Einsatz von SVR als Eingangssignal, um das Eingeben von Fluid und vasoaktiven Mitteln auszulösen und zu betreiben, ist, POPV oder PEPV oder PPV oder SPV zu nutzen wie in der Beschreibung von [Fig. 2](#) beschrieben. Wenn SV während der Operation Schlag für Schlag gemessen und beobachtet wird, kann die Schlagvolumenvariation SVV auch anstatt von POPV oder PEPV oder PPV oder SPV entsprechend dem Algorithmus, der in der Beschreibung von [Fig. 2](#) beschrieben ist, eingesetzt werden.

[0105] Alternativ kann kontinuierlich gemessenes SV (oder CO) als Eingangssignal des Controllers genutzt werden und der Controller kann Fluid automatisch liefern, bis SV ein Plateau erreicht, beispielsweise SV steigt (z. B. um mehr als 10%) während der Verabreichung von Fluid (z. B. während der Verabreichung bzw. Infusion von 250 mL einer Kolloidlösung über eine Dauer von 2 Minuten) nicht signifikant an, und jedes Mal, wenn SV während der Operation signifikant abfällt (z. B. um mindestens 10%). Als Option kann anstatt eines CO-Monitors (sorgfältiges Messen von CO) ein Monitor eingesetzt werden, der geeignet ist, Änderungen des CO zu verfolgen (z. B. geeignet, einen Abfall oder einen Anstieg von CO festzustellen) eingesetzt werden. Als eine andere Option kann auch der Bluthämoglobingehalt Hb (oder der Hämatokritwert des Blutes Hct) kontinuierlich (oder halbkontinuierlich) beobachtet werden und als zusätzliches Eingangssignal des automatischen Controllers eingesetzt werden, um den Typ von Fluid, der verabreicht wird, zu bestimmen: rote Blutkörperchen oder ein anderes Produkt (Kristalloid- oder Kolloidlösung). Wenn Hb (oder Ht) unter einem gegebenen Grenzwert Hbtv (oder Hcttv) liegt, werden rote Blutkörperchen verabreicht. Wenn Hb (oder Ht) über dem gegebenen Grenzwert Hbtv (oder Hcttv) liegt, werden andere Typen von Fluiden (z. B. Kristalloid- oder Kolloidlösungen) verabreicht.

[0106] Eine Alternative zu dem Einsatz von SV als Eingangssignal ist, POPV, PEPV, PPV oder SPV, wie in der Beschreibung von [Fig. 3](#) beschrieben, zu nutzen. Wenn SV während der Operation Schlag für Schlag gemessen und beobachtet wird, kann die Schlagvolumenvariation SVV auch anstatt von

POPV, PEPV, PPV oder SPV entsprechend dem Algorithmus, der in der Beschreibung von [Fig. 3](#) beschrieben ist, eingesetzt werden.

[0107] Dieser Algorithmus kann zum „Maximieren des Schlagvolumens [des Herzens]“, insbesondere bei Patienten, die sich einer Risikooperation unterziehen, eingesetzt werden.

[0108] Wenn die arterielle Sauerstoffsättigung SaO₂ und Hb gemessen und beobachtet werden, kann DO₂ berechnet werden: $DO_2 = f(CO, SaO_2, Hb)$. Wenn der Patient mit einer zentralvenösen Leitung ausgestattet ist, kann ScvO₂ gemessen werden. In diesem Zusammenhang kann DO₂ oder ScvO₂ oder CvO₂ als zusätzliches Eingangssignal für das automatische Regeleinrichtungssystem wie folgt eingesetzt werden:
Sobald SV durch Fluid ein Plateau erreicht hat, werden DO₂-(oder ScvO₂ oder CvO₂)-Werte von dem Regeleinrichtungssystem analysiert.

[0109] Wenn DO₂ unter einem vorher definierten Grenzwert (DO₂tv) liegt, wird die Verabreichung von inotropen Medikamenten gestartet oder gesteigert (Ausgangssignal). Aus Sicherheitsgründen wird, sobald ein inotropes Mittel mit chronotropen Eigenschaften (z. B. Dobutamin oder Epinephrin) gegeben wird, auch die Herzfrequenz HR kontinuierlich beobachtet (Eingangssignal). Wenn HR oberhalb eines vorgegebenen Grenzwertes HRtv liegt, oder wenn der Herzschlag des Patienten vor einem Eingeben eines inotropen Mittels arrhythmisch ist, wird das Eingeben eines inotrop wirkenden Mittels von dem automatischen Controllersystem nicht erlaubt (Ausgangssignal). Wenn HR HRtv überholt oder wenn der Herzschlag des Patienten während des Eingebens eines positiv inotrop wirkenden Mittels arrhythmisch wird, wird das Eingeben des positiv inotrop wirkenden Mittels durch den automatischen Controller (Ausgangssignal) gestoppt oder verlangsamt.

[0110] Wenn DO₂ (oder ScvO₂ oder CvO₂) oberhalb des vorher definierten Grenzwertes DO₂tv liegt, wird nichts geändert.

[0111] In allen Fällen wird DO₂ (oder ScvO₂ oder CvO₂) nach einem vorher definierten Zeitraum (DT) wieder evaluiert und dasselbe automatische Verfahren wird von dem Regeleinrichtungssystem befolgt.

[0112] Dieser Algorithmus wird eingesetzt, wenn SV durch den Einsatz von Fluidverabreichung maximiert worden ist (oder einen Plateauwert erreicht hat) und der Anästhesist daran interessiert ist, SV durch den Einsatz von positiv inotrop wirkenden Mitteln weiter zu erhöhen. In diesem Fall ist das klinische Ziel einen vorher definierten Grenzwert von Sauerstofflieferung (DO₂) oder zentralvenöser Blutsauerstoffsättigung (ScvO₂) zu erreichen.

[0113] [Fig. 7](#) zeigt Parameter, die Eingangsparameter für einen Controller/eine Steuerung entsprechend der Erfindung sind und Medikamente, die von einem Aktuator verabreicht werden, in dem Fall, dass der Controller den Aktuator aktiviert, dies zu tun. Die Parameter sind ScvO₂, SAP, PPV, HR und Hämoglobin, die Medikamente sind Fluid, rote Blutkörperchen, vasoaktive Mittel und positiv inotrop wirkende Mittel. Der Controller nutzt Ereignisse und Regeln, um basierend auf den gemessenen Parametern, zu bestimmen, welches Medikament ausgegeben werden muss.

[0114] Die [Fig. 8](#), [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) zeigen Diagramme, die von einem Controller eingesetzt werden, um zu bestimmen, ob ein Medikament verabreicht werden muss. Neben einem Entscheidungsbaumalgorithmus mit Bool'scher Logik können charakteristische Diagramme eingesetzt werden. Dadurch werden jedem Punkt des multidimensionalen Raums von gemessenen oder berechneten Parametern mehrere Aktionen zugewiesen. Mathematisch könnte dies durch m Gleichungen (m = Anzahl der Aktionen) mit n Dimensionen (n = Anzahl der Parameter) beschrieben werden. Das Verfahren von [Fig. 8](#) ist ähnlich [Fig. 6](#) und [Fig. 9](#) ist ähnlich [Fig. 5](#).

[0115] [Fig. 8](#) zeigt ein Diagramm mit zwei senkrechten Achsen. Diese Achsen repräsentieren einen Wert von PPV und einen Wert von SAP und spannen einen Vektorraum auf. In diesem Vektorraum werden vier Bereiche gezeigt.

[0116] In dem Raum, der niedrige Werte für SAP repräsentiert, oder Werte für SAP, die unter einem Wert von SAP_{tv1} liegen, werden zwei Bereiche abhängig von dem Wert von PPV gezeigt. Für Werte, die unter einem Grenzwert von PPV_{tv} liegen, wird ein Bereich aufgespannt, der anweist, das vasoaktive Mittel zu erhöhen. Für Werte, die über PPV_{tv} liegen, wird ein Bereich aufgespannt der anweist, Fluid zu erhöhen.

[0117] Der Bereich, der Werte für SAP repräsentiert, die zwischen den Grenzwerten SAP_{tv1} und SAP_{tv2} liegen, weist an, keine Aktion durchzuführen. Dies gilt für alle Werte von PPV.

[0118] Der Bereich, der Werte von SAP repräsentiert, die oberhalb von SAP_{tv2} liegen, weist an, vasoaktive Mittel und/oder Fluid zu reduzieren. Dies gilt für alle Werte von PPV.

[0119] [Fig. 9](#) ist für PPV-Werte, die unter PPV_{tv} liegen, ähnlich [Fig. 8](#). Für Werte von PPV, die oberhalb PPV_{tv} liegen, wird ein Bereich gezeigt, der anweist, Fluid heraufzusetzen. Dies gilt für alle Werte von SAP.

[0120] [Fig. 10](#) zeigt ein Diagramm **120** mit gebogenen Grenzlinien **122**, **123**, **124**. Dieses Diagramm

120 zeigt Bereiche **121**, die die Verabreichung von zwei Medikamenten induzieren. Diese Bereiche **121** werden von zwei Aktionsbereichen, die sich überlappen erzeugt und weisen an, die Verabreichung von einem oder mehreren Medikamenten herauf- oder herabzusetzen. Behandlungen, die nicht mit einem Entscheidungsbaum veranlasst werden können, können mit charakteristischen Diagrammen realisiert werden. Z. B. gekrümmten Bereichen wie in [Fig. 10](#).

[0121] Die Abbildung ist mit einem Bereich mit keiner Aktion definiert. Dies wird durch zwei einzelne sich nicht überlappende Abbildungen für Dosieraufsetzung und Dosierabsetzung eines vasoaktiven Mittels erreicht. Das liegt daran, dass es nicht notwendig ist, die physiologischen Funktionen eines Patienten zu einem bestimmten physiologischen Punkt zu zwingen, sondern einen bestimmten Bereich als Ziel zu setzen.

[0122] Der Einfluss auf die Effekte von verschiedenen Behandlungen (Eingriffen) auf die Indikation oder Kontraindikation einer anderen Behandlung können berücksichtigt werden. Z. B. kann die Dosierung von vasoaktiven Mitteln einen Einfluss auf PPV, PEPV, POPV, SPV oder SVV haben. Daher kann in [Fig. 10](#) die Fluiddosierung verringert werden, wenn vasoaktive Mittel gegeben werden, siehe Bereich **121**. Außerdem gibt es einen Nutzen darin, Aktionen graduell zu ändern und Bereiche zu überlappen.

[0123] Vorzugsweise sind die Aktionen differenzialtypisch, wie Steigern/Verringern der Dosis von Mitteln anstatt Verabreichen von absoluten Dosismengen. Deshalb wird mit der physiologischen Reaktion des Patienten ein Regelkreis eingerichtet.

[0124] [Fig. 11](#) zeigt ein Diagramm, das von einem Controller eingesetzt wird, um zu bestimmen, wie viel eines Medikaments verabreicht werden muss. In [Fig. 11](#) werden eine Grenzlinie und eine Parameterposition gezeigt. Die Parameterposition wird durch den gemessenen SAP und PPV definiert. Der Abstand zwischen der Grenzlinie und der aktuellen Position wird eingesetzt, um die Dosismenge zu berechnen. Der Abstand ist die kleinstmögliche Differenz zwischen den gemessenen Werten und den Grenzwerten. Wenn mehrere Werte gemessen werden und mehrere Grenzwerte gegeben sind, werden mathematische Abstandsfunktionen, wie diskrete Metrik oder die Euklidische Distanz, eingesetzt. Wenn mehr als zwei Parameter eingesetzt werden, kann eine Hyperfläche im n -dimensionalen Raum anstatt der Grenzlinie eingesetzt werden. Weiterhin wird die Dosismenge auf einen Minimum- und Maximumdosismenge begrenzt.

[0125] Dieses Verfahren kann auch angewendet werden, indem ein anderer Volumenansprechbarkeitsparameter (wie SPV, PEPV, POPV, SVV) oder

ein anderer Druck bezogener Parameter (wie MAP) eingesetzt wird.

[0126] Die beschriebenen Controller agieren ähnlich einem Integralregler. In einigen Fällen könnte es angemessener sein, dieses Verfahren in ähnlicher Weise an einen Proportionalregler anzupassen. Dies könnte z. B. durch Zuordnen von absoluten Dosiswerten innerhalb der charakteristischen Diagramme durchgeführt werden.

[0127] Vorzugsweise werden einige erweiterte Steuerungsverfahren zu den beschriebenen Controllern hinzugefügt. Für jedes Mittel, das zum Einsatz kommt, wird eine erlaubte Maximumdosis geprüft. Die Vorrichtung sollte nur eine vordefinierte Menge von Mitteln anwenden und das Verfahren stoppen, wenn die beobachteten Parameter sich nicht in den erwarteten Zielbereich bewegen. Das liegt daran, dass die Parameter oft indirekt von ungünstigen Effekten beeinflusst werden. Das physiologische Wissen basiert auf statistischen/empirischen Beobachtungen. Ein individueller Patient könnte auf die Behandlung, aufgrund einer physiologischen Anomalie oder Krankheit auf andere Weise reagieren.

[0128] [Fig. 12](#) zeigt eine schematische Ansicht einer Ausführungsform einer Vorrichtung zum Verabreichen von zwei verschiedenen Medikamenten. Die Vorrichtung **1** umfasst eine erste elektrische Spritze oder Infusionspumpe **10** mit einem vasoaktiven Mittel **20** und eine zweite elektrische Spritze oder Infusionspumpe **30** mit Fluid **40**, die mit einem Controller **60** verbunden sind. Der Controller **60** umfasst einen Flashspeicher **70**, einen Mikrokontroller **80**, der mit einer Umwandlungseinheit **81** verbunden ist, eine Quarzuhr oder innere Vorrichtung eines Mikrocontrollers **85**, eine Maximumvorrichtung **90**, die einen Flashspeicher **91** enthält, eine Dosisbestimmungsvorrichtung **92** und einen Maximumstopper **93**, eine Effektsteuerungsvorrichtung **100**, die einen Flashspeicher **101** und einen Stopper **102** enthält, eine Parametervorrichtung **110** mit einem Verzeichnisspeicher/Flashspeicher **111**, einer Erfassungsvorrichtung oder einen Inline-Durchflusssensor **112**, eine Entscheidungsvorrichtung oder Mikrokontroller **113** und einen Trigger **114**. Der Controller **60** ist mit einem Monitor für den arteriellen Druck **50**, einem Pulsoxymetrie-Monitor **54** und einem Elektrokardiogramm-Monitor **58** verbunden.

[0129] Die Vorrichtung **1** verabreicht ein vasoaktives Mittel **20** oder Fluid **40**, abhängig von gemessenen ersten und zweiten Parametern, gemessen durch den Monitor für den arteriellen Druck **50**, den Pulsoxymetrie-Monitor **54** und/oder den Elektrokardiogrammmonitor **58**. Die Entscheidung, ein vasoaktives Mittel **20** oder Fluid **40** zu verabreichen, basiert auf einem Diagramm **120** ([Fig. 10](#)), das in einem Flashspeicher **70** gespeichert ist, der für jede Kombi-

nation des ersten und zweiten Parameters anzeigt, welches Medikament **20**, **40** verabreicht werden muss. In dem Diagramm sind Bereiche **121**, die planen sowohl Fluid als auch vasoaktive Mittel zu verabreichen. Die Grenzlinien **122**, **123** und **124** sind gebogen, um die Grenze an die Erfordernisse anzupassen. Es gibt auch einen „keine Aktion“-Bereich, der anzeigt, [dass] kein Medikament **20**, **40** zu verabreichen ist.

[0130] Basierend auf [Fig. 11](#) berechnet der Mikrokontroller oder das Abstandsanalysegerät **80**, das mit der Umwandlungseinheit **81**, zum Umwandeln von Abständen in Werte verbunden ist, die Dosis eines Medikaments, die zu verabreichen ist.

[0131] Die Quarzuhr **85** stellt Zeitintervalle bereit, die die Vorrichtung indizieren, die jeweiligen Berechnungen hinsichtlich des Verabreichens von Medikamenten, die oben beschrieben sind, auszuführen. Hier indiziert die Quarzuhr auch den Monitor für den arteriellen Druck **50**, den Pulsoxymetrie-Monitor **54** und/oder den Elektrokardiogrammmonitor **58**, Messungen durchzuführen, daher werden Messungen nicht kontinuierlich durchgeführt.

[0132] Die Maximumvorrichtung **90** ist eingerichtet, um einen Maximumwert zu bestimmen und die Verabreichung von Medikamenten zu stoppen, wenn ein Maximumwert erreicht ist. Der Flashspeicher **91** speichert eine Liste von Medikamenten und die Maximumdosis, die für einen individuellen Patienten zulässig ist, die Dosisbestimmungsvorrichtung **92** bestimmt, wie viele Medikamente den Patienten indiziert worden sind und der Maximumstopper **93** stoppt das Verabreichen von Medikamenten an den Patienten durch Stoppen des Controllers **60** festzulegen, dass die erste elektrische Spritze **10** und die zweite elektrische Spritze **30** ein Medikament indizieren.

[0133] Die Effektsteuerungsvorrichtung **100** steuert, ob ein erwarteter Effekt auftritt. Wenn das nicht der Fall ist, stoppt die Effektsteuerung das Verabreichen des jeweiligen Medikaments. Der Flashspeicher **101** enthält eine Liste von erwarteten Effekten für einen spezifischen Patienten. Der Stopper **102** stoppt das Verabreichen von Medikamenten an den Patienten, indem er den Controller **60** stoppt, zu bestimmen, dass die erste elektrische Spritze **10** und zweite elektrische Spritze **30** ein Medikament indizieren.

[0134] Die Parametervorrichtung **110** entscheidet, ob bestimmte Parameter z. B. die Herzfrequenz gemessen werden sollen und veranlasst den Pulsoxymetrie-Monitor **54** dies zu tun. Der Verzeichnisspeicher **111** enthält ein Verzeichnis von Medikamenten und Parameterbedingungen mit der Information, ob die Herzfrequenz gemessen werden soll, ob diese Medikamente verabreicht werden und/oder Parameter gemessen werden. Die Erfassungsvorrichtung

112 erfasst, ob ein Zustand aufgetreten ist, der von dem Verzeichnis induziert ist, um die Herzfrequenz zu messen. Die Entscheidungsvorrichtung **113** entscheidet, ob die Herzfrequenz gemessen werden soll und der Trigger **114** veranlasst den Pulsoxymetrie-Monitor **54** oder den Elektrokardiogrammmonitor **58** die Herzfrequenz zu messen.

Bezugszeichenliste

1	Vorrichtung
10	Elektrische Spritze zur venösen Verabreichung eines vasoaktiven Mittels
20	Vasoaktives Mittel
30	Zweite elektrische Spritze
40	Fluid
50	Monitor für den arteriellen Druck
54	Pulsoxymetrie-Monitor
58	Elektrokardiogrammmonitor
60	Controller
70	Diagrammspeicher/Flashspeicher
80	Abstandsanalysegerät/Mikrokontroller
81	Umwandlungseinheit
85	Zeitsteuerungsvorrichtung/Quarzuhr
90	Maximumvorrichtung
91	Maximumspeicher/Flashspeicher
92	Dosisbestimmungsvorrichtung
93	Maximumstopper
100	Effektsteuerungsvorrichtung
101	Effektspeicher/Flashspeicher
102	Stopper
110	Parametervorrichtung
111	Verzeichnisspeicher
112	Erfassungsvorrichtung
113	Entscheidungsvorrichtung
114	Trigger
120	Diagramm
121	Bereich
122	Grenzwertlinie
123	Grenzwertlinie
124	Grenzwertlinie
125	Abstand
126	Grenzwert
127	Parameterposition
130	Arterielle Druckmanschette
131	Pulsoxymetrie-sonde
132	Pulsoxymetriemonitor
133	Elektrokardiogrammelektroden
134	Mechanisches Beatmungsgerät
135	Arterielle Leitung

136	Zentralvenöse Leitung
137	Zentralvenöser Blutsauerstoffsättigungsmonitor
138	Elektrische Spritze zur venösen Infusion von inotropen Mitteln
139	Fluidbeutel
140	Perfusionspumpe zur Flüssigkeitsverabreichung
141	Venöse Leitung
142	Elektrische Spritze für die venöse Infusion von vasoaktiven und/oder inotropen Mitteln

Patentansprüche

1. Vorrichtung (**1**) zum Verabreichen von mindestens einem Medikament, umfassend: mindestens zwei Aktuatoren (**10**, **30**) zum Verursachen, dass mindestens zwei Medikamente (**20**, **40**) verabreicht werden; mindestens einen Sensor (**50**, **54**) zum Messen von mindestens zwei Parametern; einen Controller (**60**), der den Aktuator (**10**, **30**) steuert, wobei der Controller (**60**) programmiert ist, um den Aktuator abhängig von den Werten der beiden Parameter zu aktivieren, wobei der Controller eingerichtet ist, um Abhängigkeiten von Medikamenten zu berücksichtigen.

2. Vorrichtung (**1**) nach Anspruch 1, wobei die Parameter aus einer Gruppe mit der Folgenden ausgewählt werden: systolischer arterieller Druck (SAP), mittlerer arterieller Druck (MAP), Pulsoxymetrie-plethysmographische Wellenformvariation (POPV), Hämoglobin (Hb), Hämatokrit (hct), Herzfrequenz (HR), Pulsdruckvariation (PPV), Variation des systolischen Drucks (SPV), Voraustreibungszeitdauervariation (PEPV) und zentralvenöse Blutsauerstoffsättigung (ScvO₂).

3. Vorrichtung (**1**) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Medikament aus einer Gruppe der Folgenden ausgewählt wird: Fluid, rote Blutkörperchen, vasoaktive Mittel und positiv inotrop wirkende Mittel.

4. Vorrichtung (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Controller (**60**) weiter eine Maximumvorrichtung (**90**) umfasst, die einen Maximumspeicher (**91**), der einen Wert für eine Maximumdosis eines Medikaments (**20**, **40**) enthält, eine Dosisbestimmungsvorrichtung (**92**) zum Bestimmen der Dosis eines Medikaments (**20**, **40**) das verabreicht wird und einen Maximumstopper (**93**) zum Stoppen der Verabreichung eines Medikaments (**20**, **40**) in dem Fall, dass das verabreichte Medikament die Maximumdosis erreicht, umfasst.

5. Vorrichtung (**1**) nach einem der vorhergehenden

den Ansprüche, wobei der Controller (**60**) weiter eine Effektsteuerungsvorrichtung (**100**) umfasst, die einen Effektspeicher (**101**) zum Speichern eines Verzeichnisses von Medikamenten (**20, 40**) und entsprechende erwartete Parameteränderungen und einen Stopper (**102**) zum Stoppen der Verabreichung eines Medikaments (**20, 40**) umfasst, wobei die Effektsteuerungsvorrichtung (**100**) programmiert ist, um den Stopper (**102**), in dem Fall zu aktivieren, dass ein Medikament (**20, 40**) verabreicht wird und mindestens eine zugeordnete erwartete Parameteränderung nicht auftritt.

6. Vorrichtung (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Controller (**60**) ein Abstandsanalysegerät (**80**), das den Abstand (**125**) zwischen einem Grenzwert (**126**) und einer Parameterposition (**127**) bestimmt, wobei die Parameterposition (**127**) von den tatsächlich gemessenen Parametern bestimmt wird und eine Umwandlungseinheit (**81**) zum Umwandeln des Abstandes (**125**) in eine Dosis eines Medikaments (**20, 40**), wobei der Controller (**60**) programmiert ist, um den Aktuator (**10, 30**) entsprechend dieser Dosis eines Medikaments (**20, 40**) zu aktivieren, umfasst.

7. Vorrichtung (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Controller (**60**) eine Regeleinrichtung ist.

8. Verfahren zum Verabreichen von mindestens einem Medikament, umfassend:
Messen von mindestens zwei Parametern;
Verursachen, dass mindestens zwei Medikamente (**20, 40**) abhängig von den Werten der beiden Parameter verabreicht werden, wobei Abhängigkeiten von Medikamenten berücksichtigt werden.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

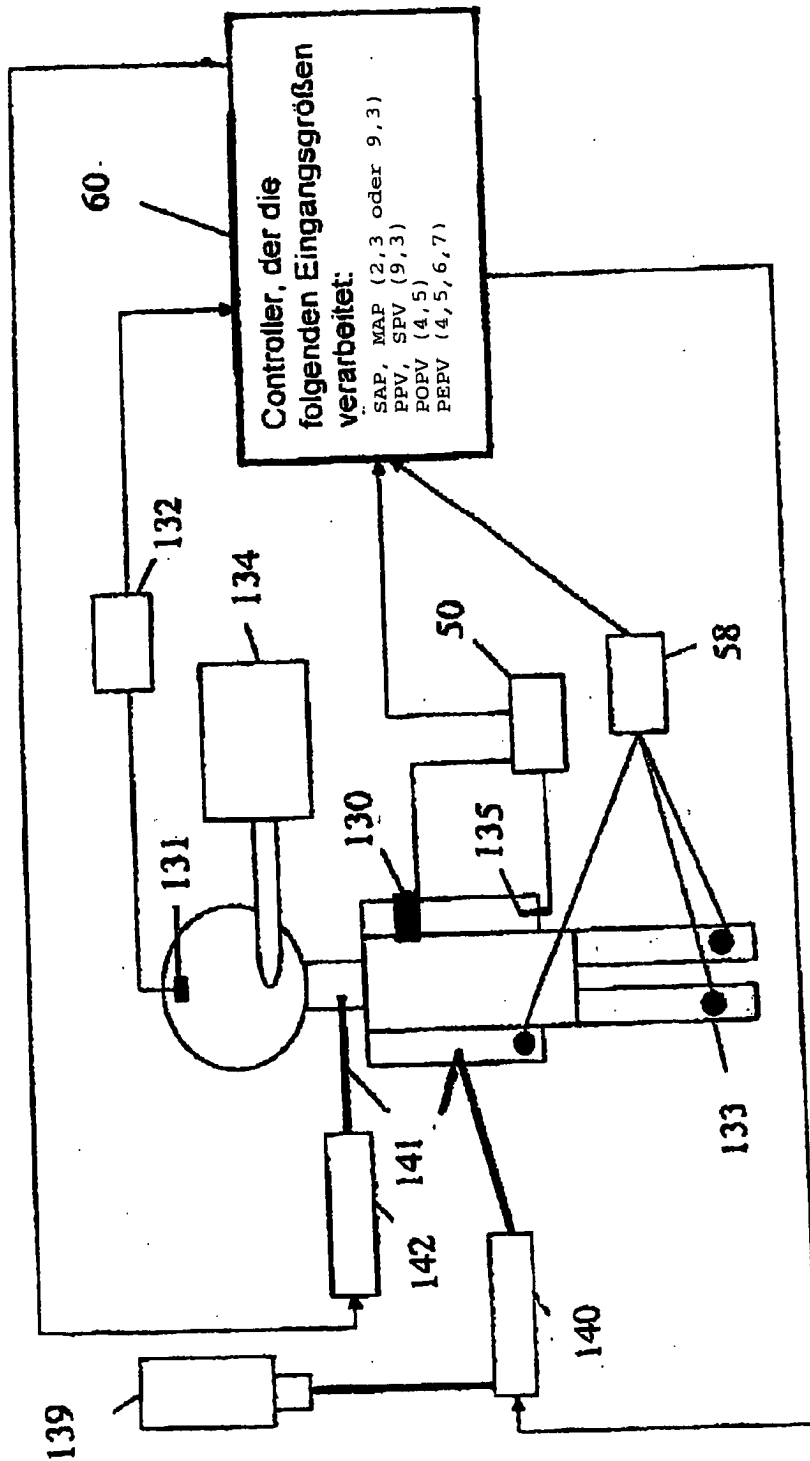


Fig. 1

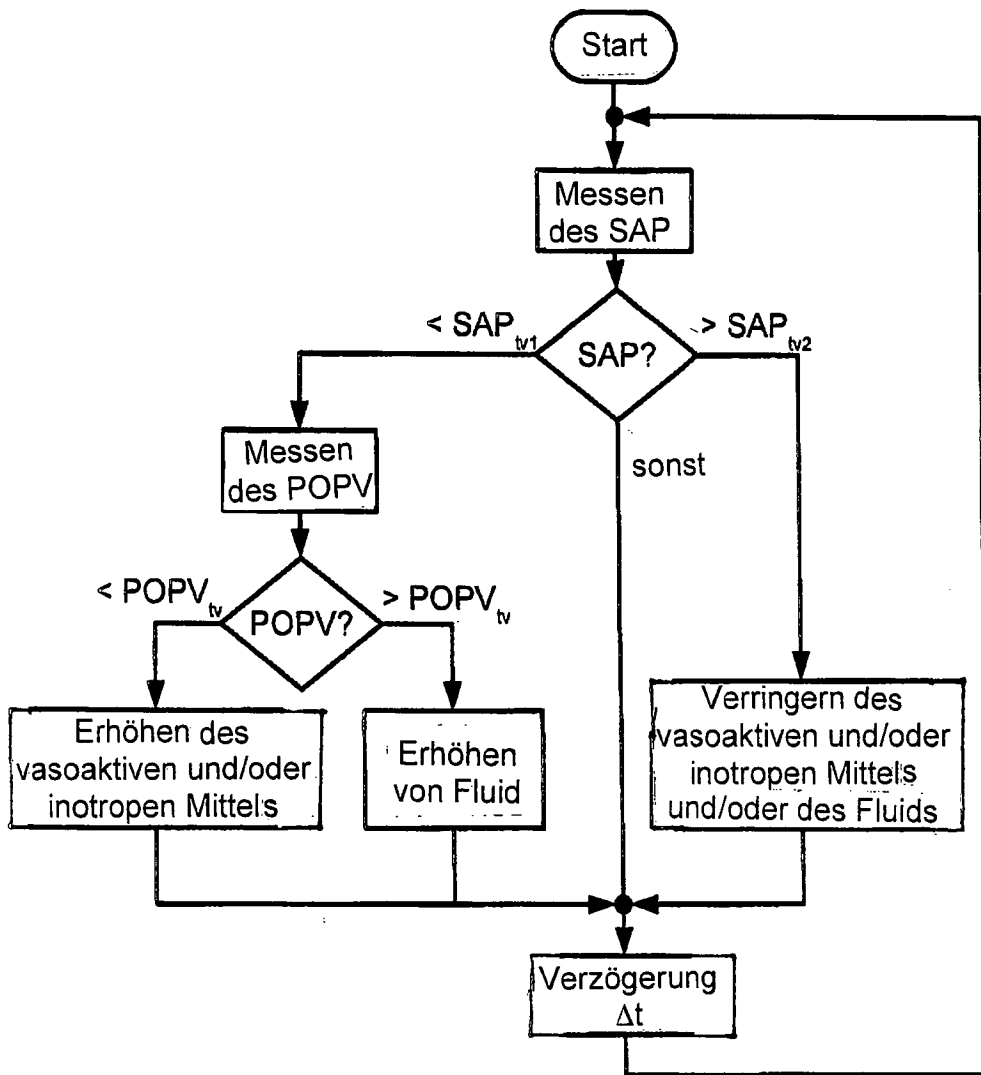


Fig. 2

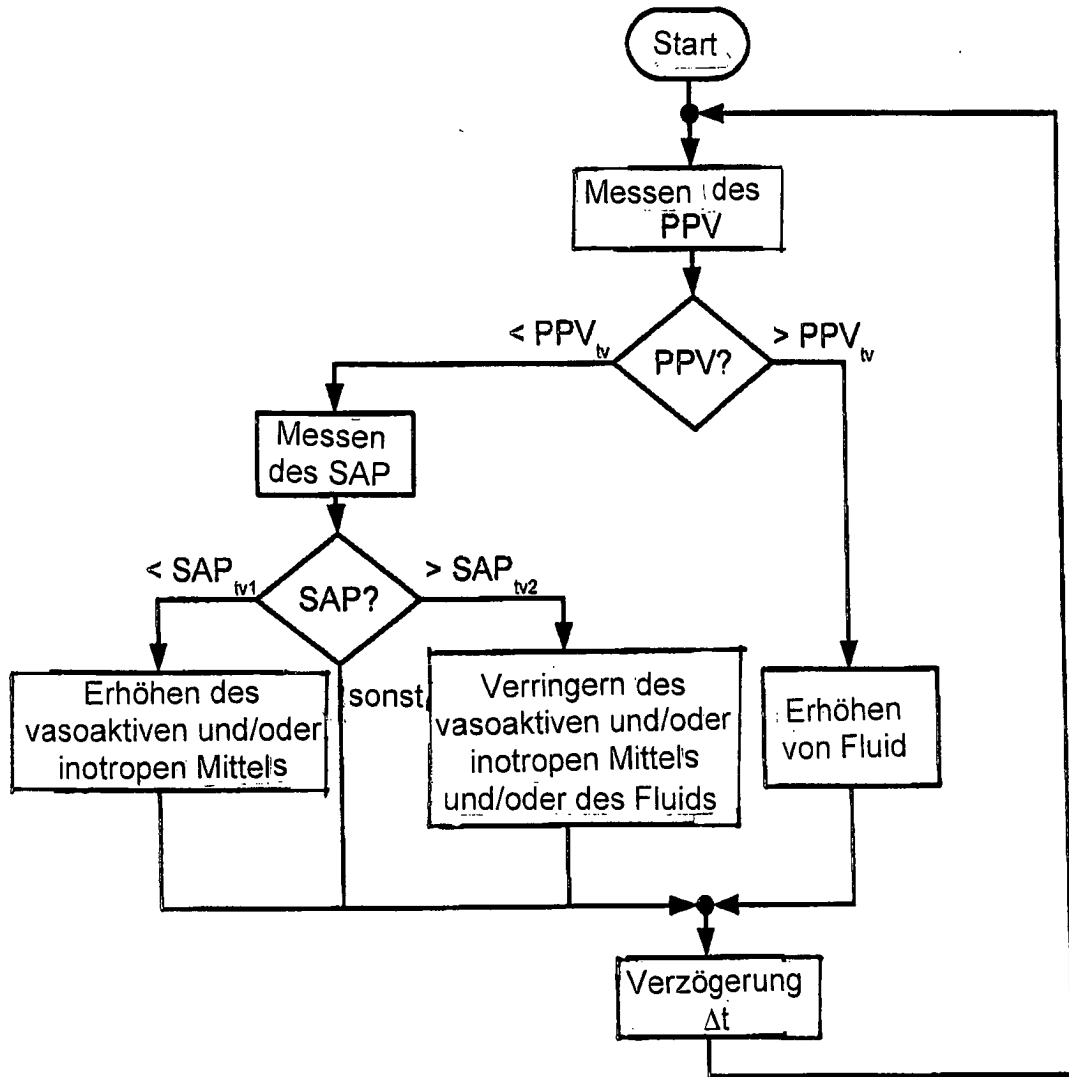


Fig. 3

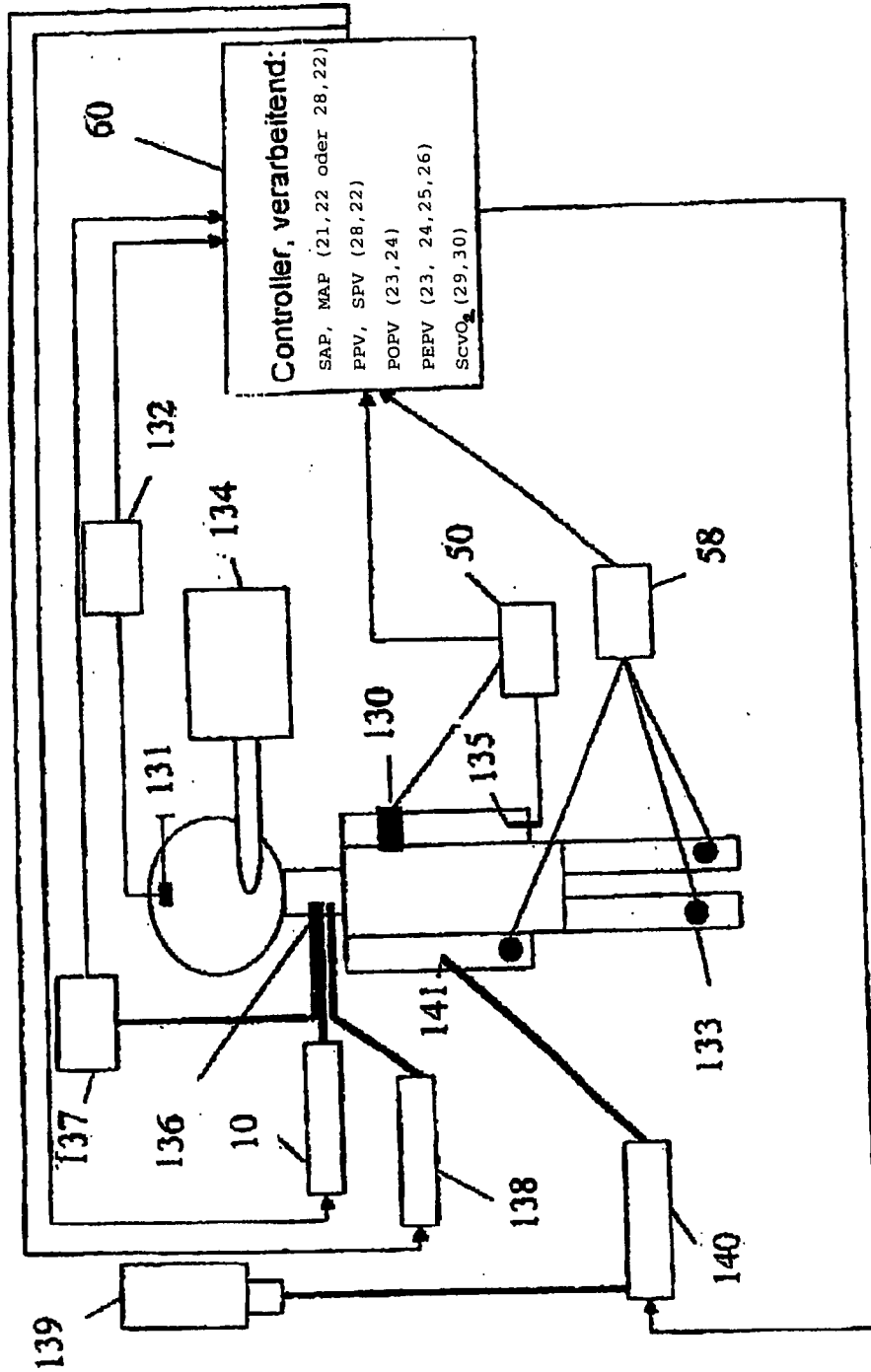


Fig. 4

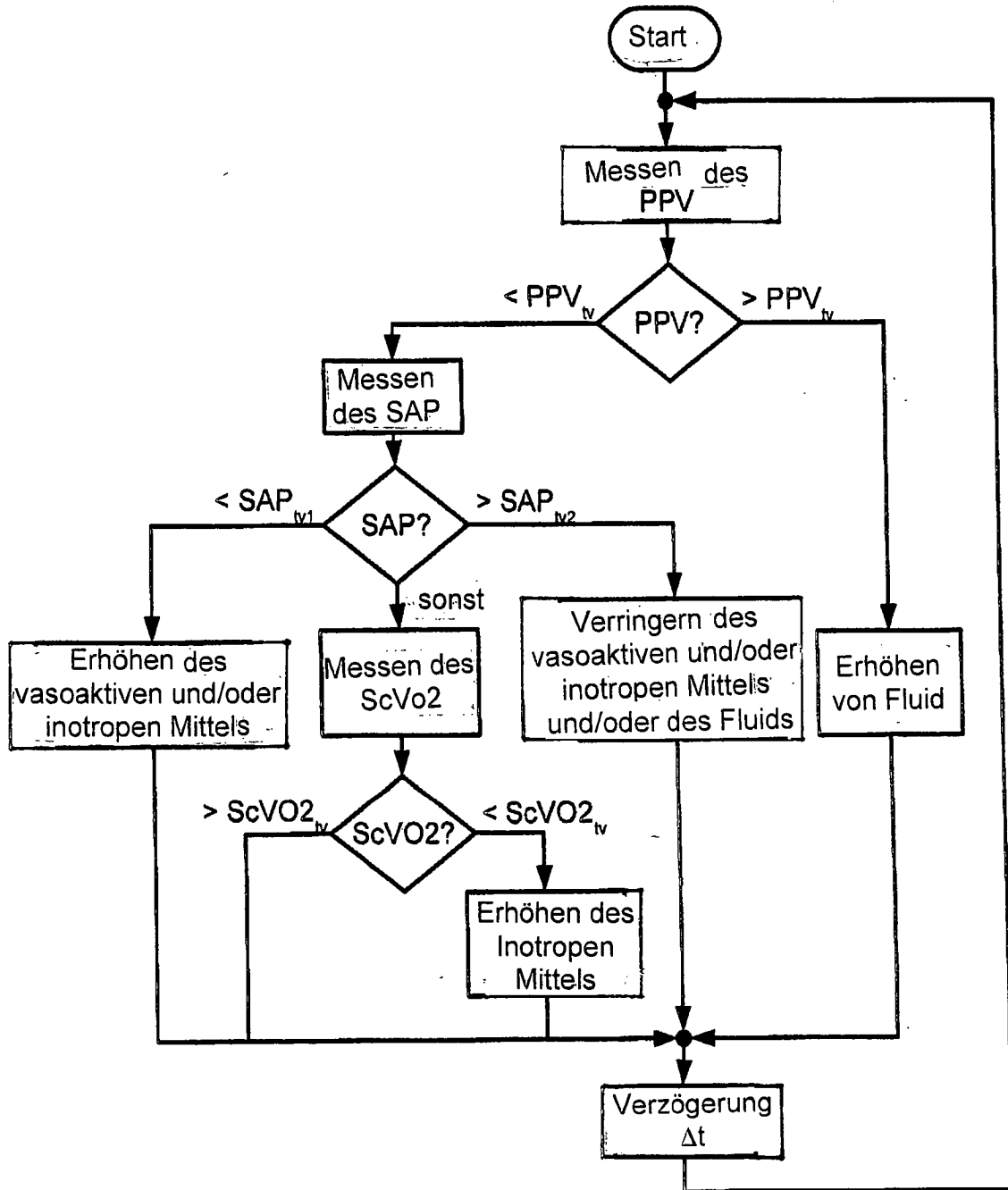


Fig. 5

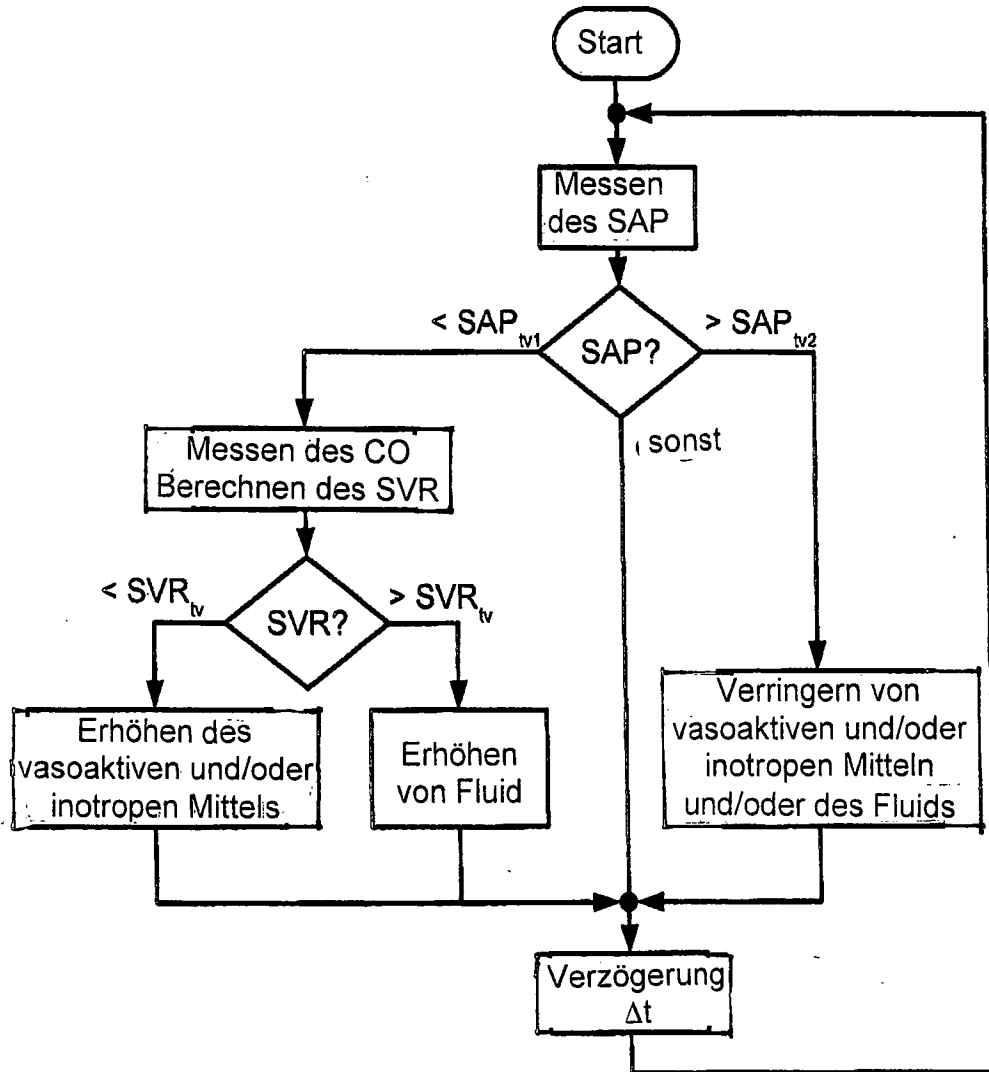


Fig. 6

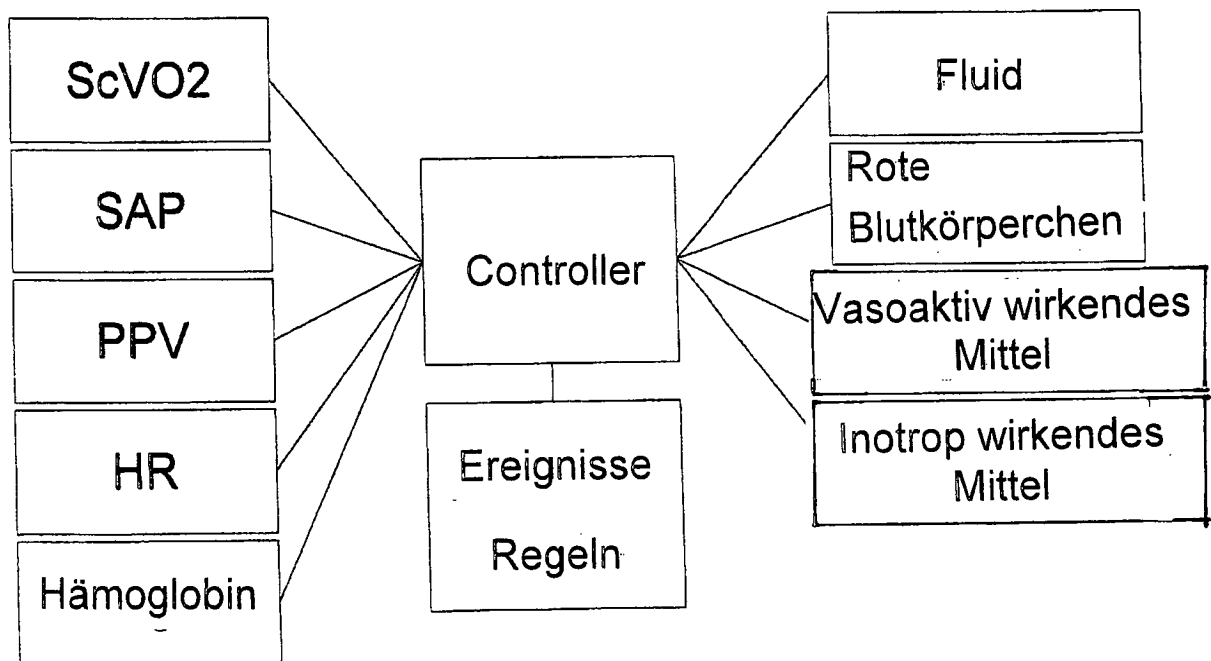


Fig. 7

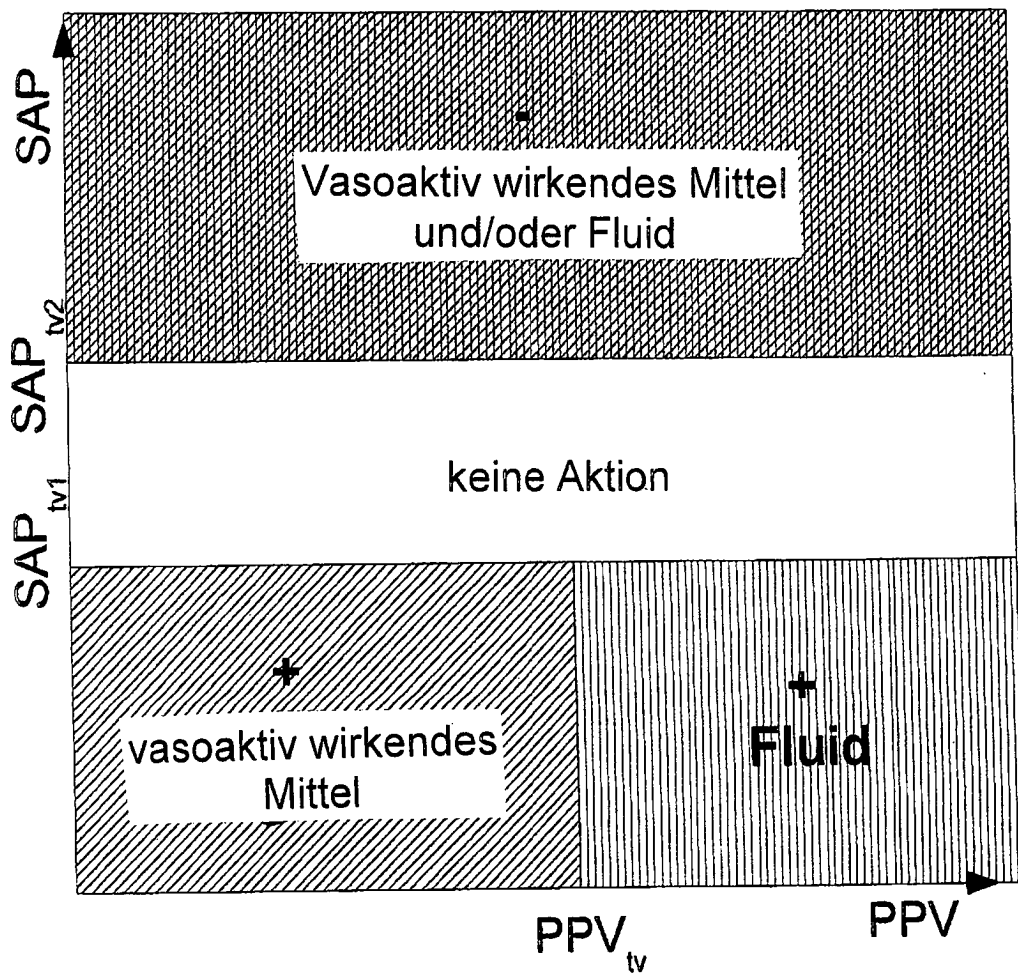


Fig. 8

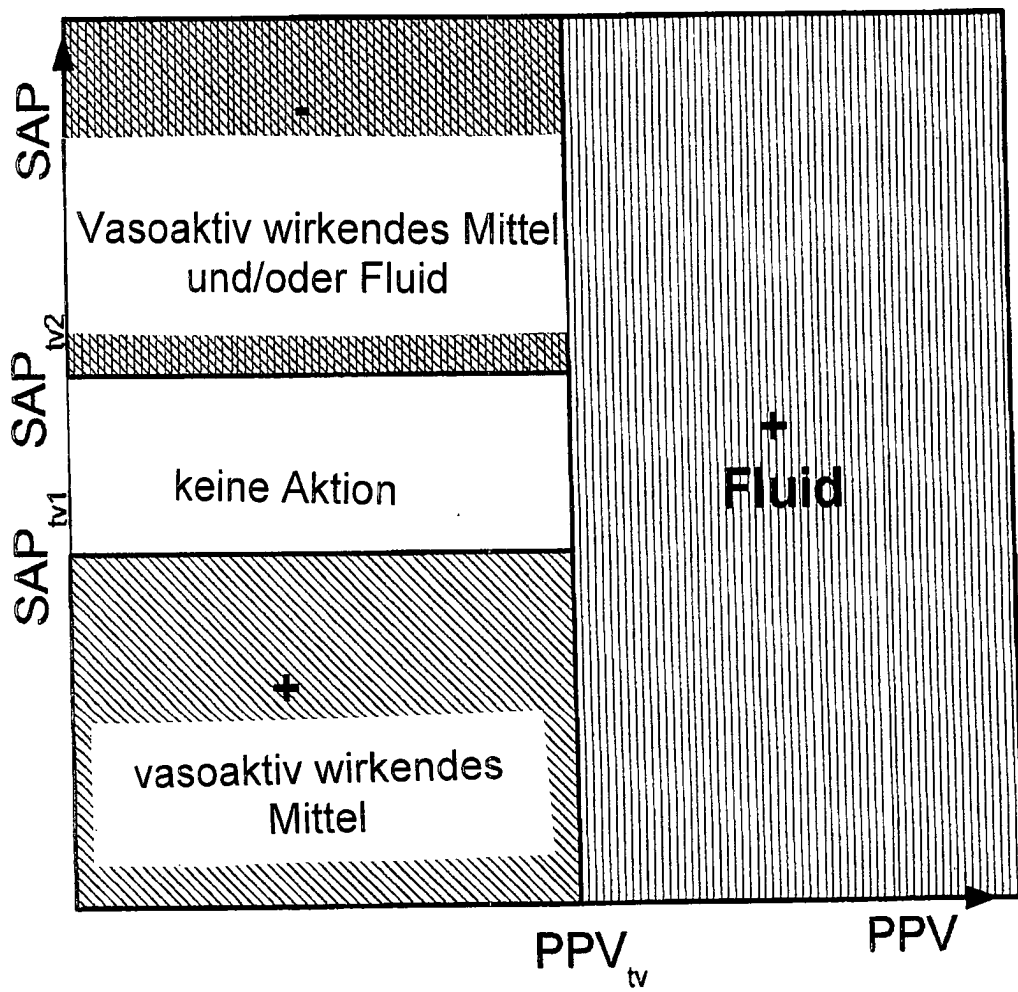


Fig. 9

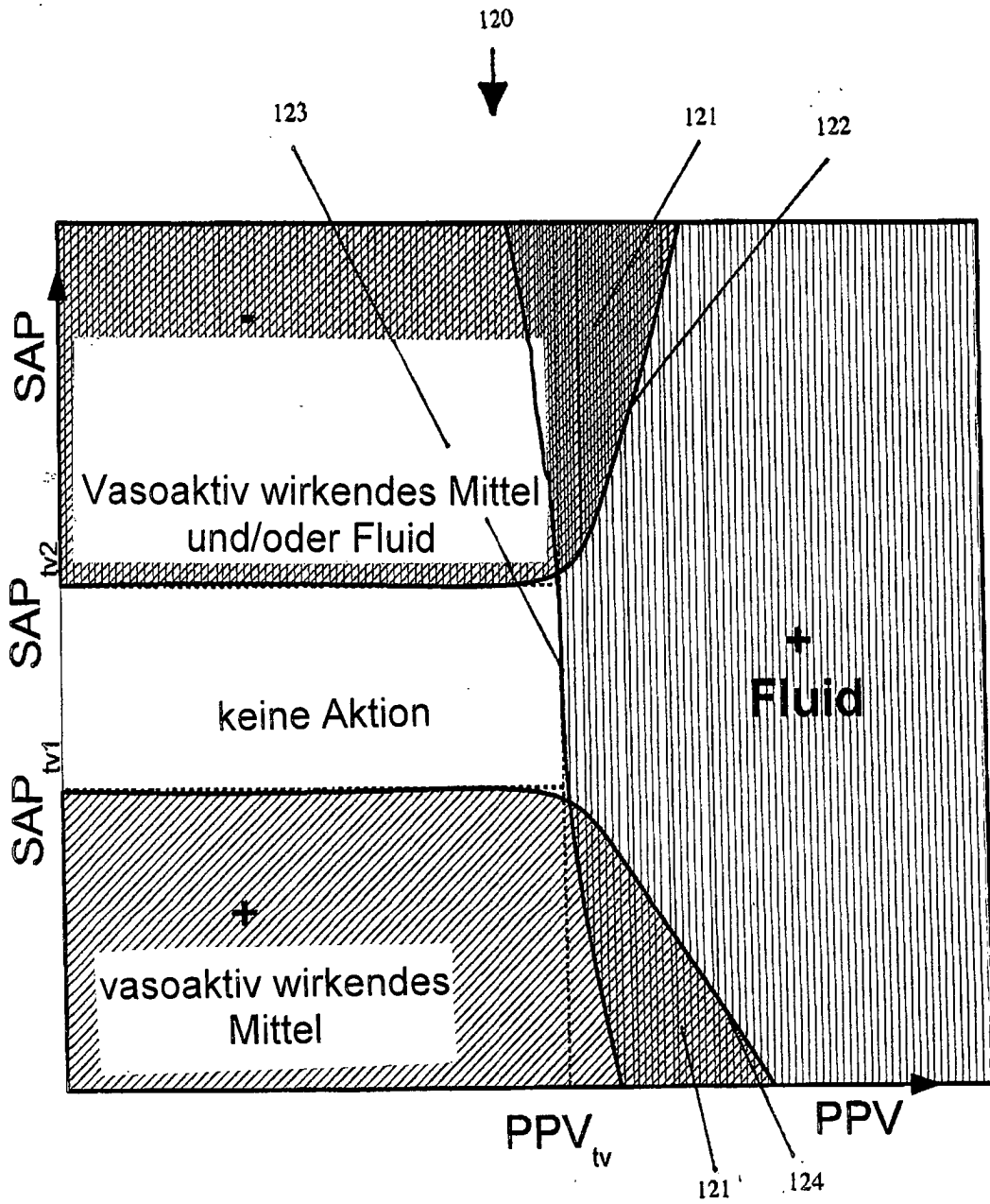


Fig. 10

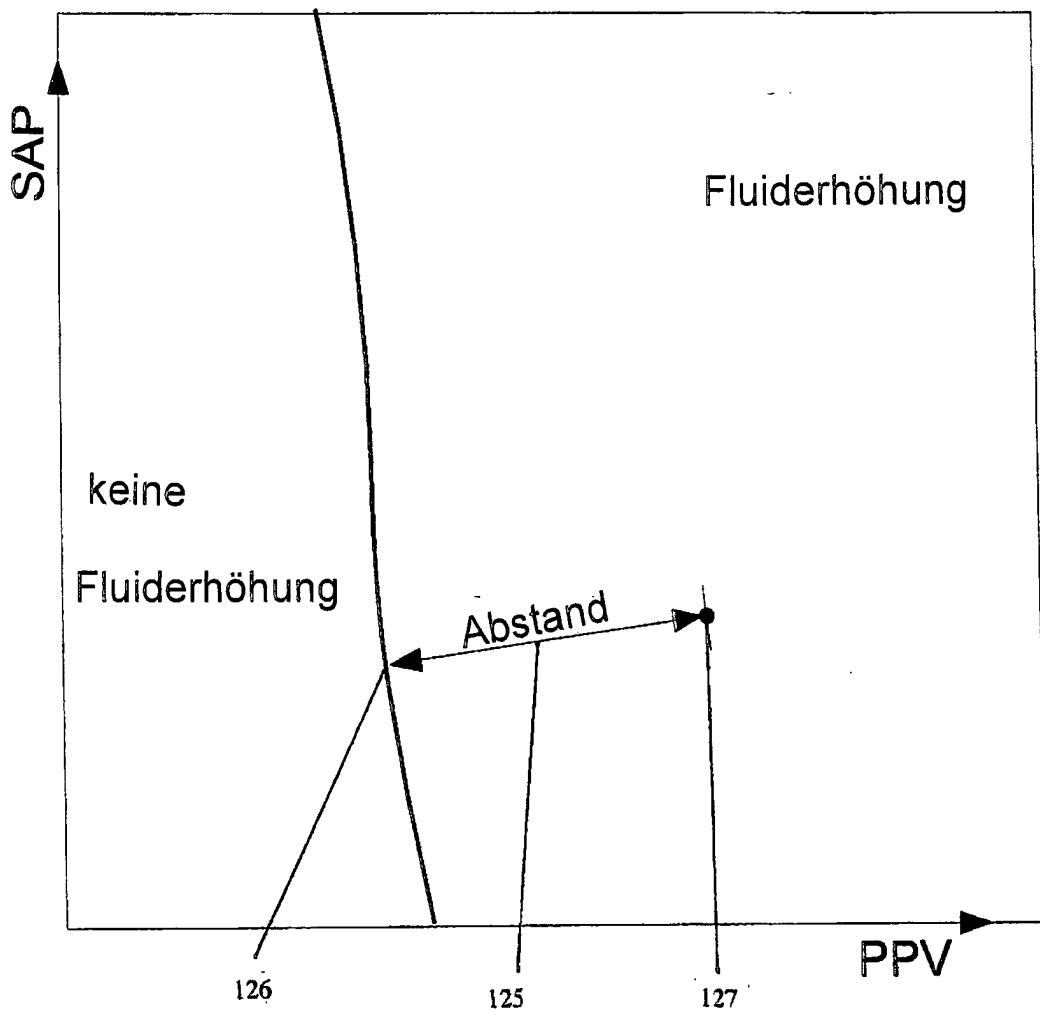


Fig. 11

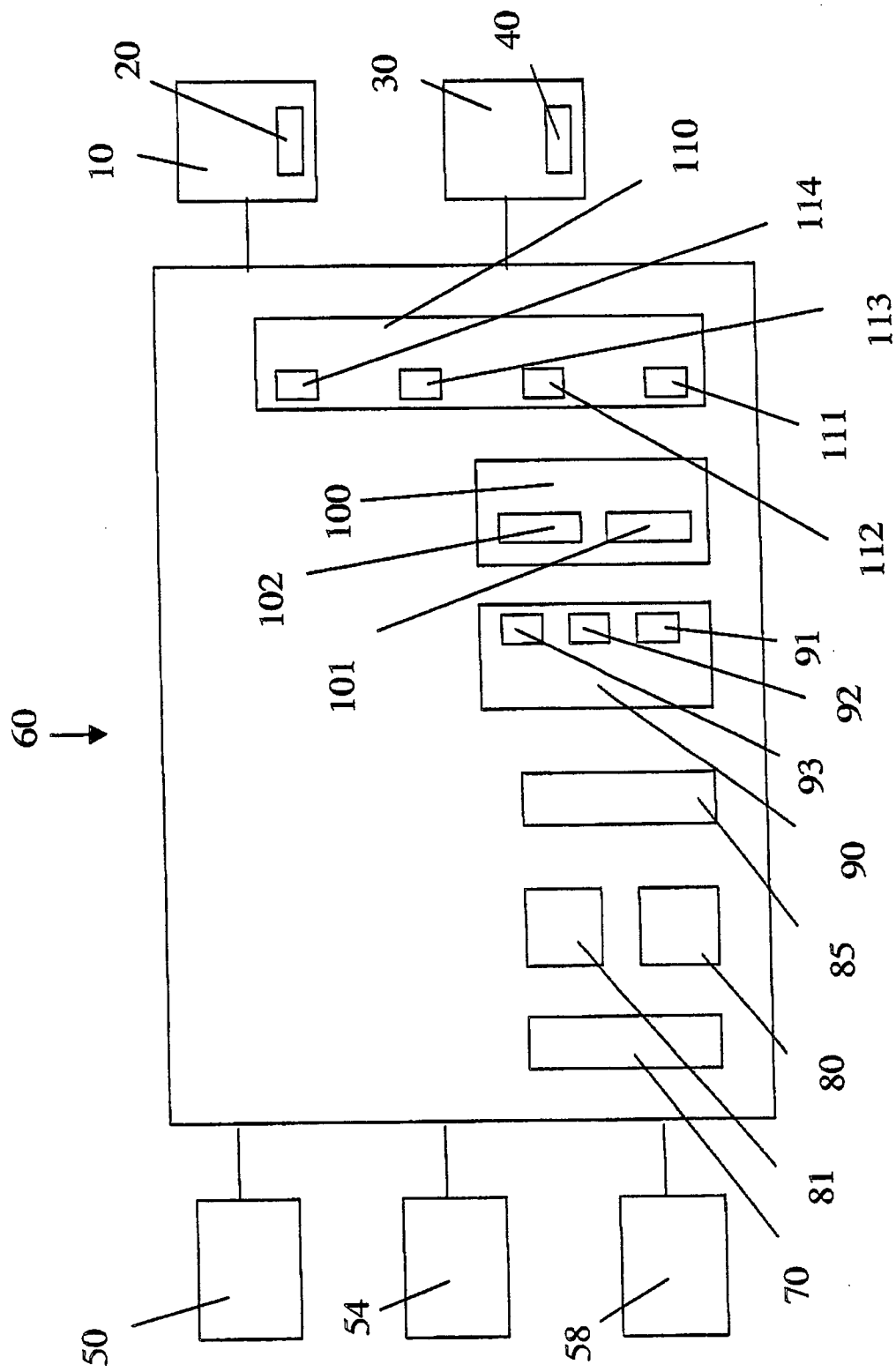


Fig. 12