



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 022 428 A1** 2006.11.16

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 022 428.8**

(22) Anmeldetag: **14.05.2005**

(43) Offenlegungstag: **16.11.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **A61M 5/172** (2006.01)  
**A61M 1/00** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**B. Braun Medizinelektronik GmbH & Co. KG, 82178 Puchheim, DE**

(72) Erfinder:  
**Steinkogler, Alexander, Dr.-Ing., 81249 München, DE**

(74) Vertreter:  
**Hannke & Partner, 93047 Regensburg**

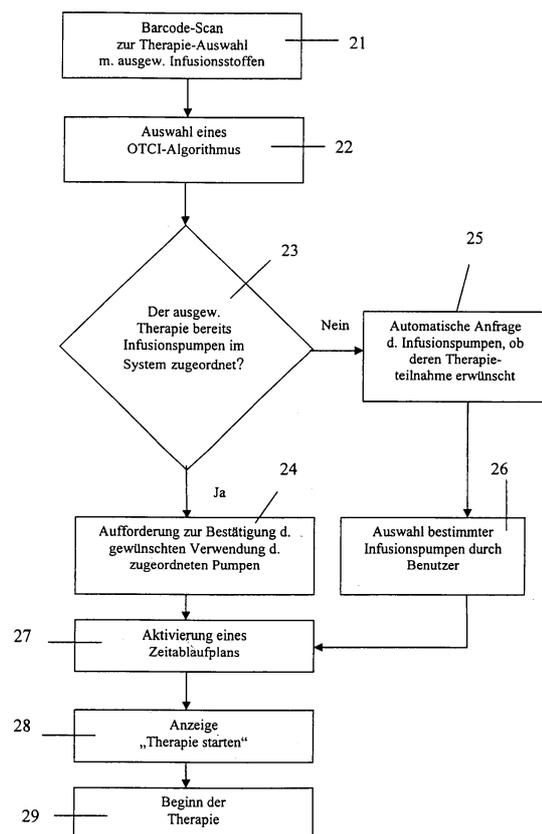
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:  
**DE10 2004 011168 A1**

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

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer Mehrzahl von Infusionspumpen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Mehrzahl von Infusionspumpen (2-10), wobei jeder Infusionspumpe (2-10) jeweils ein Infusionsstoff zugeordnet ist, der innerhalb einer ihm zugeordneten vorbestimmbaren Zeitspanne als Infusion mit einer vorbestimmbaren Infusionsrate einem Lebewesen zugeführt wird, wobei die Infusionspumpen (2-10) selbsttätig Steuerungsdaten zum zeitlich aufeinander abgestimmten Aktivieren und Deaktivieren der verschiedenen Infusionen austauschen.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Mehrzahl von Infusionspumpen, wobei jeder Infusionspumpe jeweils ein Infusionsstoff zugeordnet ist, der innerhalb einer ihm zugeordneten vorbestimmbaren Zeitspanne als Infusion mit einer vorbestimmbaren Infusionsrate einem Lebewesen zugeführt wird, gemäß den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 14.

**[0002]** In Krankenhäusern und anderen medizinischen Einrichtungen ist es üblich, Medikamente beziehungsweise Arzneiwirkstoffe, Vitamine, Nährstoffe, Drogen, Enzyme, Stoffwechselprodukte und dergleichen an kritisch kranke Patienten mittels sogenannter Infusionspumpen intravenös, dass heißt direkt in das Blut, in das Körpergewebe, den Verdauungstrakt, das respiratorische System, auf Schleimhäute oder die Haut zu übertragen. Bei Infusionspumpen sind im Wesentlichen als zwei Bauformen marktüblich erhältlich. Zum Einen handelt es sich dabei um Spritzenpumpen, die einen Spritzenkolben mit kontrollierter Vorschubgeschwindigkeit bewegen und damit den Spritzeninhalt intravenös verabreichen. Zum Anderen sind Pumpen gebräuchlich, die dem Patienten eine auf höheren Niveau in einer Infusionsflasche oder einem Infusionsbeutel befindliche Infusionsflüssigkeit mit kontrollierter Förderrate verabreichen.

**[0003]** Da sich im modernen Klinikbereich durchgesetzt hat, dass Medikamente beziehungsweise Arzneiwirkstoffe nicht mehr manuell mittels Spritze verabreicht werden, sondern voraussehbare Medikamentengaben für Infusionspumpen aufbereitet und von diesen den Patienten zugeführt werden, ist eine hohe Anforderung an die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Funktionsweise derartiger Infusionspumpen zwingende Voraussetzung für die Durchführung einer erfolgreichen Therapie. Die Zuführung von Medikamenten wird häufig mit konstanter Förderrate oder auch diskontinuierlich beziehungsweise mit Hilfe eines Förderratenprofils mit variabler Förderrate durchgeführt. Hierbei werden Systeme beziehungsweise Vorrichtungen mit einer Mehrzahl von Infusionspumpen verwendet, deren Anzahl bei einem typischen Intensivpflegeplatz zehn und mehr beträgt. Bei der Intensivpflege kritisch kranker Patienten, wie beispielsweise bei der Therapie von Patienten mit Herzkrankheiten, sind sogar bis zu zwanzig und mehr Infusionspumpen im Einsatz.

**Stand der Technik**

**[0004]** Bisher werden derartige Infusionspumpen als Einzelgeräte in ihrer Funktionsweise gesteuert und vorprogrammiert. Es wird also jede Infusionspumpe einzeln programmiert, um beispielsweise zu einem bestimmten Zeitpunkt die Infusion eines Infu-

sionsstoffes, der in dieser Infusionspumpe enthalten ist, zu aktivieren oder zu deaktivieren. Dies erfordert eine getrennte Bedienung und Betätigung der einzelnen Infusionspumpen. Zudem wird hierdurch die gegenseitige Beeinflussung einzelner Medikamente, welche als Infusionsstoffe auf verschiedene Infusionspumpen verteilt sind, bei deren Verabreichung an den Patienten nicht berücksichtigt, sofern dies nicht durch den behandelnden Arzt beziehungsweise das Pflegepersonal selbst durchgeführt wird.

**[0005]** Eine automatische beziehungsweise selbsttätige Berücksichtigung der Auswirkung der Infusion mit einer vorbestimmbaren Infusionsrate und einer Verabreichung über eine bestimmte Zeitspanne kann herkömmlicherweise lediglich durch die einzelne Infusionspumpe selbst für den ihr zugeordneten Infusionsstoff durchgeführt werden. Beispielsweise würden physiologische Daten des Patienten zur laufenden Überprüfung einer Auswirkung des Infusionsstoffes auf den Patienten in jeder Infusionspumpe einzeln empfangen beziehungsweise eingegeben werden müssen, um eine auf diese Überprüfungsdaten abgestimmte neue Zeitspanne, Aktivierung oder Deaktivierung einer Infusion oder Unterbrechung derjenigen gezielt für diesen einen Infusionsstoff automatisch neu zu berechnen und dem Patienten zuzuführen. Hierbei findet keine Berücksichtigung der Wirkungen von Infusionsstoffen weiterer Infusionspumpen, die an der Therapie beteiligt sind, statt.

**[0006]** Bisher wird zur Betäubung von Patienten beispielsweise Propofol als Infusionsstoff in zwei Zeitabschnitten verabreicht, um einerseits den durch das Medikament verursachten Infusionsschmerz aufgrund einer niedrigen Konzentration zu lindern und andererseits eine möglichst langanhaltende Betäubung des Patienten ohne einen notwendigen Spritzen- oder Beutelwechsel durch eine möglichst hohe Medikamentenkonzentration zu erhalten. Hierfür wird im Allgemeinen das Propofol derart verdünnt, dass es 1%-ig innerhalb eines ersten Zeitabschnittes verabreicht wird, um innerhalb dieses Zeitabschnittes den Infusionsschmerz zu lindern. Sobald der Patient das Bewusstsein verloren hat, wird in einem weiteren Zeitabschnitt eine 2%-ige Propofollösung dem Patienten zugeführt. Eine derartige Umstellung von der 1- auf die 2%-ige Propofollösung wird durch das Bedienungspersonal beziehungsweise dem Benutzer der Infusionspumpe durchgeführt. Diese durch einen Menschen durchgeführte Umstellung bürgt – insbesondere im hektischen Klinikalltag – die Gefahr einer fehlerhaften oder zeitlich nicht rechtzeitigen Umstellung und somit eines Gesundheitsrisikos für den Patienten. Dies trifft insbesondere bei der Anwendung von pharmakokinetischen Modellen, die Grundlage für Injektionsstrategien sind, zu, da den Modellen zugrundeliegenden Algorithmen abweichend von den bei einer fehlerhaften Handhabung tatsächlich verabreichten Propofolmengen Konzentrationswerte vor-

schreiben, welche die Schlussfolgerung einer Über- und Unterförderung des Infusionsstoffes beziehungsweise des zugeführten Medikamentes zwingend ergeben. Somit stellt die Umstellung von der einen auf die andere Propofollösung durch die Verwendung eines ersten Beutels bzw. Spritze mit der 1%-igen Propofollösung auf einen zweiten Beutel bzw. eine zweite Spritze mit der 2%-igen Propofollösung innerhalb einer Infusionspumpe ein Sicherheitsrisiko für den Patienten dar, da beispielsweise die Gefahr der zu kurzen Verabreichung der 1%-igen Propofollösung durch das Bedienpersonal zu einem Infusionsschmerz des Patienten führen kann, der noch nicht ausreichend betäubt ist. Darüber hinaus kann eine zu kurze Verabreichung der 1%igen Propofollösung unmittelbar zu einer zu langen Verabreichung der 2%igen Propofollösung und damit zu einer Überdosierung mit allen damit verbundenen Gefahren führen

**[0007]** Ebenso stellt die Verwendung von zwei unabhängig voneinander funktionierenden Infusionspumpen mit zwei unterschiedlich verdünnten Propofollösungen während der Umstellung von der einen auf die andere Propofollösung ein Sicherheitsrisiko für den Patienten dar, da beispielsweise entweder die niedrig konzentrierte Propofollösung zu kurz verabreicht wird und der Patient zunächst einen Infusionsschmerz erleidet und anschliessend eine Überdosierung des Medikamentes erfährt, oder die hochkonzentrierte Propofollösung zu kurz zugeführt wird, woraus sich eine unzureichende Betäubung des Patienten ergibt.

**[0008]** Aus DE 3817 411 C2 ist eine Vorrichtung zur konzentrierten, kontinuierlichen und gleichzeitigen Infusion von mehreren Infusionslösungen bekannt, wobei mittels Förderleitungen die Infusionslösungen über ein Übergangsstück mit einer gemeinsamen Patientenleitung dem Patienten verabreicht werden. Somit findet eine zeitgleiche Förderung der Infusionslösungen und eine vor deren Verabreichung durchgeführte Vermengung dieser Infusionslösungen statt. Mittels einer zentralen Steuereinheit werden die Förderdaten der Infusionspumpen geregelt. Eine gegenseitige Berücksichtigung der Infusionspumpen hinsichtlich ihrer Infusionsrate und den Förderungszeitpunkten in Abhängigkeit von deren tatsächlichen Werten findet nicht statt. Es wird allenfalls mittels eines in der zentralen Steuereinheit abgespeicherten Programms die Förderdaten der einzelnen Infusionspumpen vorbestimmt.

#### Aufgabenstellung

**[0009]** Demzufolge liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Mehrzahl von Infusionspumpen zur Verfügung zu stellen, welches/welche das Risiko einer Fehleingabe minimiert, einen gerin-

gen Bedienungsaufwand erfordert und einfach in der Handhabung ist.

**[0010]** Diese Aufgabe wird verfahrensseitig durch die Merkmale des Patentanspruches 1 und vorrichtungsseitig durch die Merkmale des Patentanspruches 14 gelöst.

**[0011]** Ein wesentlicher Punkt der Erfindung liegt darin, dass bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Steuerung einer Mehrzahl von Infusionspumpen, wobei jeder Infusionspumpe jeweils ein Infusionsstoff zugeordnet ist, der innerhalb einer ihm zugeordneten vorbestimmbaren Zeitspanne als Infusion mit einer vorbestimmbaren Infusionsrate einem Lebewesen zugeführt wird, die Infusionspumpen selbsttätig Steuerungsdaten zum zeitlich aufeinander abgestimmten Aktivieren und Deaktivieren der verschiedenen Infusionen austauschen. Durch ein derartiges erfindungsgemäßes Verfahren wird eine gegenseitig zeitliche Abhängigkeit der Aktivierung beziehungsweise Deaktivierung einzelner Infusionspumpen innerhalb einer Infusionspumpenvorrichtung erreicht, die eine getrennte Bedienung jeder einzelnen Infusionspumpe zum richtigen Zeitpunkt einer durchzuführenden Therapie erübrigt. Somit wird das Risiko einer fehlerhaften Eingabe bedingt durch menschliches Versagen und damit das Gesundheitsrisiko des zu behandelnden Patienten weitestgehend ausgeschaltet. Vielmehr findet eine automatische Übertragung von Steuerungsdaten mittels der einzelnen Infusionspumpen verbindenden Datenleitungen an eine oder mehrere vorausgewählte Infusionspumpen statt, sobald die Zeitspanne der Zuführung einer ersten Infusion dieser sendenden Infusionspumpe beendet ist und eine zweite Infusion aus der die Steuerungsdaten empfangenden weiteren Infusionspumpe durch deren Aktivierung dem Patienten verabreicht werden soll.

**[0012]** Ebenso ist die zeitlich überschneidende gleichzeitige Infusion mehrerer Infusionsstoffe aus verschiedenen Infusionspumpen denkbar, wobei Start- und Endzeitpunkt der Zeitspanne, innerhalb welcher die verschiedenen Infusionen dem Patienten zugeführt werden, durch selbständigen Datenaustausch der Steuerungsdaten zwischen den einzelnen Infusionspumpen ohne Zwischenschaltung von Bedienpersonal gegebenenfalls anhand eines vorgegebenen Programms oder einer vorausgegangenen Eingabe eines Steuervorganges, der auf einem pharmakokinetischen Modell beruht, festgelegt werden.

**[0013]** Ebenso können zwei verschiedene Medikamente beziehungsweise Arzneiwirkstoffe aus zwei verschiedenen Infusionspumpen abwechselnd, jedoch zeitlich aufeinander abgestimmt dem Patienten verabreicht werden. Eine auf einen derartigen Steuerungsvorgang basierende Therapie ermöglicht eine

verlängerte Verabreichung dieser beiden Medikamente, ohne dass der Eingriff von Klinikpersonal zum Bedienen der Infusionspumpen erfolgen muss.

**[0014]** Durch die stattfindende Kommunikation zwischen den Infusionspumpen wird es ermöglicht, dass eine chemische Beeinflussung bzw. eine Beeinflussung der Wirkung der Medikamente, welche auf die verschiedenen Infusionspumpen aufgeteilt sind – gegebenenfalls unter Berücksichtigung eines Patientenmodells – derart berücksichtigt werden, dass eine der Infusionspumpen ihre Auswahl bzw. die Auswahl weiterer Infusionspumpen verweigert, sofern festgestellt wird, dass die gemeinsame Zuführung derjenigen Medikamente, die diesen Infusionspumpen als Infusionspumpen als Infusionsstoffe zugeordnet sind, eine negative chemische Reaktion, wie beispielsweise eine Flockung des Gesamtgemisches, oder eine negative Beeinflussung ihrer Wirkung auf den Patienten zur Folge hätte. Ebenso kann eine Infusionspumpe die Kombination mit anderen Infusionspumpen bzw. deren zugeordneten Medikamenten vorschlagen bzw. in der Auswahl durch ein Bedienungspersonal zulassen, wenn hierdurch eine maximal positive Beeinflussung sowohl hinsichtlich ihrer Wirkung als auch hinsichtlich ihrer chemischen Reaktion erreicht wird.

**[0015]** Zusätzlich zu einer mittels Infusion durchgeführten Therapie oder alternativ hierzu kann mittels einer weiteren Infusionspumpe beispielsweise eine Kochsalzlösung zur Erfüllung einer niedrigeren Rate der KVO-Rate zugeführt werden, während keine Arzneiwirkstoffe injiziert werden. Die KVO-Rate soll sicher stellen, dass die Vene und damit der Zugang zum Patienten nicht verschlossen wird, wenn keine Flüssigkeit durch den Zugang injiziert wird.

**[0016]** Die Steuerungsdaten werden entweder mittels einer jeder Infusionspumpe zugeordneten Steuereinheit, die vorzugsweise in der Infusionspumpe integriert ist, direkt zwischen den Infusionspumpen ausgetauscht und innerhalb der einzelnen Infusionspumpen verarbeitet oder mittels einer zentralen Steuereinrichtung, über welche die Kommunikation beziehungsweise der Datenaustausch zwischen den einzelnen Infusionspumpen übertragen, weitergeleitet und gegebenenfalls beeinflusst wird, ausgetauscht. Hierfür weisen die einzelnen Steuereinheiten oder die zentrale Steuereinrichtung Betätigungselemente auf, um mindestens einen Steuervorgang zur Steuerung der Aktivierung und Deaktivierung der verschiedenen Infusionen für mindestens zwei Infusionspumpen einzugeben. Vorzugsweise bewirkt ein derartiger Steuervorgang eine gleichzeitige Aktivierung und/oder Deaktivierung und/oder eine Unterbrechung der Infusionen der mindestens zwei Infusionspumpen.

**[0017]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform

kann eine derartige Aktivierung und/oder Deaktivierung der Infusionen mittels eines gemeinsamen Startschaltelementes begonnen und mittels eines gemeinsamen Stoppschaltelementes beendet werden. Alternativ kann durch mehrmaliges Drücken des Startschaltelementes eine Nacheinanderaktivierung der verschiedenen Infusionspumpen erfolgen. Andersherum kann durch ein mehrmaliges Drücken des Stoppschaltelementes eine Deaktivierung der einzelnen Infusionspumpen in einer vorbestimmbaren Reihenfolge erfolgen.

**[0018]** Der Steuervorgang kann einer vom Bedienungspersonal ausgewählten Therapie, die beispielsweise mittels eines Barcode-Scan-Vorganges festgelegt wird, zugeordnet sein, wobei selbsttätig diejenigen Infusionspumpen, welche dem Therapievorgang aufgrund des darin enthaltenen Infusionsstoffes zugeordnet werden können, von den Steuereinheiten oder der zentralen Steuereinrichtung automatisch ausgewählt oder dem Benutzer zur Auswahl angezeigt werden. Hierdurch wird eine automatische Zuweisung derjenigen Infusionspumpen, welche die für die Therapie gewünschten Infusionsstoffe bereits enthalten, durchgeführt, wobei dies in Abhängigkeit von der beabsichtigten Infusionsrate und der in den Infusionspumpen enthaltenden Mengen der Infusionsstoffe sowie sonstigen Parametern der einzelnen Infusionspumpen, wie beispielsweise deren maximal mögliche Förderungsrate, geschehen kann.

**[0019]** Vorzugsweise führt eine der Infusionspumpe dem Lebewesen ein Verdünnungsmittel zu einem Arzneiwirkstoff, der mittels einer weiteren Infusionspumpe zugeführt wird, zu. Hierbei können die ausgetauschten Steuerungsdaten eine Deaktivierung der Infusion des Verdünnungsmittels unter Beibehaltung der Aktivierung des Arzneiwirkstoffes bewirken. Auf diese Weise wird es ermöglicht, dass durch selbsttätige Abschaltung derjenigen Infusionspumpe, die das Verdünnungsmittel zu einem Betäubungsmittel, wie beispielsweise Propofol, dem Patienten zuführt, eine Erhöhung der Konzentration und des Betäubungsmittels automatisch bewirkt wird, ohne dass hierzu eine Handhabung durch das Bedienungspersonal erforderlich ist. Alternativ kann durch einen kurzen Knopfdruck des Bedienungspersonals eine Abschaltung der das Verdünnungsmittel enthaltenden Infusionspumpe bewirkt werden, nachdem das Bedienungspersonal festgestellt hat, dass der Patient bereits das Bewusstsein verloren hat und aufgrund des nicht mehr vorhandenen Infusionsschmerzes eine höhere resultierende Konzentration des Betäubungsmittels möglich ist. Hierdurch wird eine Verwechslung der Konzentrationen des Betäubungsmittels in zwei verschiedenen Zeitspannen bei der Verwendung von pharmakokinetischen Modellen vermieden.

**[0020]** Gemessene oder geschätzte physiologische Daten des Patienten können in die Steuereinheiten

oder die zentrale Steuereinrichtung eingegeben beziehungsweise während einer Therapie laufend empfangen werden, um die Infusionsraten, die Zeitspannen der einzelnen Infusionen, die Zeitpunkte der Aktivierung und Deaktivierung und gegebenenfalls weitere Infusionsparameter selbsttätig mittels vorbestimmter Programmschritte – auch durch Datenübertragung der Steuerungsdaten an beteiligte Infusionspumpen – zu verändern.

**[0021]** Eine Infusionsvorrichtung zur Durchführung eines derartigen Verfahrens weist vorteilhaft neben den Steuereinheiten innerhalb der einzelnen Infusionspumpen und/oder gegebenenfalls einer zentralen Steuereinrichtung sowie den Betätigungselementen eine Anzeigeeinrichtung entweder an jeder Infusionspumpe oder als zentrale Anzeigeeinrichtung auf, um die Steuerungsdaten, die gemessenen physiologischen Daten des Lebewesens, die Zeitpunkte der Aktivierung und Deaktivierung der Infusionspumpen, die Zeitspannen der Infusionen und/oder der Infusionsrate anzuzeigen. Dies ermöglicht eine laufende Kontrolle des momentanen Therapiezustandes des Patienten durch das Bedienungspersonal, um gegebenenfalls einen vorzeitigen Abbruch oder eine Verlängerung der Therapie beziehungsweise eine Veränderung der Therapieparameter durchzuführen.

**[0022]** Vorteilhaft wird insbesondere bei der Anwendung der zentralen Steuereinrichtung die Anzeigeeinrichtung zur Anzeige für die in der Infusionsvorrichtung vorhandenen Infusionspumpen mit der Steuereinrichtung gekoppelt bzw. in dieser integriert. Dadurch können die Förderraten mehrerer an einer Therapie beteiligter Infusionspumpen gleichzeitig, beispielsweise in einem gemeinsamen Diagramm dargestellt werden. Die Steuereinrichtung kann zudem mittels der Anzeigeeinrichtung die gemessenen und/oder geschätzten physiologischen Daten des Patienten zusätzlich oder alternativ zu den Förderraten der einzelnen Infusionspumpen wiedergeben. Hierdurch ergibt sich eine zusammengefasste abstrakte Darstellung, die sich mehr auf die Wirkung einer Therapie als auf ihre Förderraten bezieht.

**[0023]** Ebenso kann eine Alarmierung für die einzelnen Infusionspumpen an der zentralen Steuereinrichtung derart vorgenommen werden, dass ein Alarm bei bevorstehender Entleerung einer Infusionspumpe ausgelöst wird. Vorteilhaft kann es erfindungsgemäß durch den Austausch von Daten zwischen den Infusionspumpen zu einer Reduktion unnötiger Alarme kommen, wenn beispielsweise eine Infusionspumpe bei ihrer derzeitigen Förderrate zwar bald leer werden würde, dieser Fall aber aufgrund des bereits bekannten Infusionsverhaltens einer weiteren im System befindlichen Infusionspumpe nicht auftreten wird.

**[0024]** Weitere vorteilhafte Ausführungsformen er-

geben sich aus den Unteransprüchen.

#### Ausführungsbeispiel

**[0025]** Vorteile und Zweckmäßigkeiten sind der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit der Zeichnung zu entnehmen. Hierbei zeigen:

**[0026]** [Fig. 1](#) in einer schematischen Darstellung eine beispielhafte Anordnung einer Infusionsvorrichtung mit einer Mehrzahl von Infusionspumpen gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

**[0027]** [Fig. 2](#) in einer schematischen Darstellung ein Flussdiagramm zu dem Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens;

**[0028]** [Fig. 3](#) in einer schematischen Darstellung das vorrichtungsmäßig dargestellte erfindungsgemäße Verfahren gemäß einer Ausführungsform der Erfindung; und

**[0029]** [Fig. 4](#) in einer schematischen Darstellung das vorrichtungsmäßig dargestellte Verfahren gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

**[0030]** In [Fig. 1](#) wird in einer schematischen Darstellung die Anordnung einer Infusionspumpenvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung gezeigt. Die Infusionspumpenvorrichtung **1** umfasst die Infusionspumpen **2–10**, wobei es sich bei den Infusionspumpen **5–10** um Spritzenpumpen handelt.

**[0031]** Die Infusionspumpen sind auf einer gemeinsamen Säule **11** eines Infusionspumpenträgers angeordnet. Die räumliche Anordnung der einzelnen Infusionspumpen **2–10** auf einem derartigen Träger oder auch einem anders geformten Träger ist nahezu beliebig, sofern die einzelnen Infusionspumpen mittels Datenleitungen, die innerhalb der Säule **11** angeordnet sein können, miteinander verbunden sind. Eine derartige Verbindung kann sowohl reihen- als auch sternartig zur Übertragung der Steuerungsdaten an die jeweils weiteren Infusionspumpen ausgebildet sein.

**[0032]** Vorteilhaft kann anstelle einer Kabelverbindung eine kabellose Übertragung der Daten stattfinden. Dies kann beispielsweise mittels modulierten Ultraschallwellen, modulierten Lichtwellen (z.B. IrDa) oder mittels Funkwellen (beispielsweise blue tooth) erfolgen.

**[0033]** An einem Trägerabschnitt **14** ist alternativ oder zusätzlich zu einzelnen innerhalb der Infusionspumpen angeordneten Steuereinheiten welche hier nicht näher dargestellt sind, eine zentrale Steuereinrichtung **13** mit einer Anzeigeeinrichtung angeordnet. An dieser Steuer- und Anzeigeeinrichtung kann eine

zentrale Programmierung, Bedienung und Kontrolle sämtlicher Infusionspumpen insbesondere hinsichtlich der zwischen ihnen ausgetauschten Steuerungsdaten zur Aktivierung und/oder Deaktivierung einzelner Infusionen dieser Infusionspumpen **2–10** durchgeführt werden.

**[0034]** Datenverbindungen, die innerhalb von Säulenabschnitten **15** zwischen den Infusionspumpen verlaufen, übertragen die Steuerungsdaten, die notwendig sind, um eine gegenseitige Abhängigkeit einer stattfindenden oder nicht stattfindenden Schiebewegung von Spritzen **16** der Infusionspumpen zu regeln.

**[0035]** Für die zusätzliche Eingabe einzelner Parameter, wie beispielsweise physiologischer Parameter der Patienten oder eine Programmierung der innerhalb der Infusionspumpe enthaltenen Steuereinheit weist jede Infusionspumpe eine Tastatur **17** auf.

**[0036]** Zusätzlich sind Flüssigkeitsreservoirs **18, 19** und **20** vorhanden. Eine gemeinsame Infusionsleitung **12** führt das gemeinsame Infusionsgemisch dem Patienten zu.

**[0037]** Da sich die medizinischen Notwendigkeiten bei einem Intensivpatienten im Laufe seines Aufenthalts auf einer Intensivstation ändern, ist eine solche Infusionsvorrichtung mit einer Mehrzahl von Infusionspumpen als ein dynamisches System zu verstehen, bei dem Systemkomponenten im laufenden Betrieb ergänzt oder entfernt werden können und bei dem Betriebsparameter, wie zum Beispiel zu verabreichende Medikamente, zu verabreichende Dosis, zeitlicher Verlauf der Verabreichung und ähnliches im laufenden Betrieb verändert werden können. Aus diesem Grund ist eine automatische Erkennung physiologischer Daten des Patienten, die laufend gemessen werden, notwendig, welches durch eine hier nicht näher dargestellte Messdatenleitung vom Patienten zu den einzelnen Steuereinheiten oder der zentralen Steuereinrichtung geschehen kann.

**[0038]** Zusätzlich oder alternativ können pharmakokinetische Modelle innerhalb der Infusionsvorrichtung eingespeichert sein, wobei derartige Modelle die Verteilung eines verabreichten Medikaments im Körper des Patienten durch geeignete Modelldarstellung simulieren. Diese Modelle sind medikamentenspezifisch und erhalten weitere Eingabeparameter, wie Patientengewicht oder -alter. Die Zielgröße stellt dabei beispielsweise einen gewünschten Plasmaspiegel im Blut der Patienten dar, also eine gewünschte Konzentration dieses Medikaments im Blut. Diese Zielkonzentration kann zeitlich konstant sein, was nur den Ersatz der vom Körper pro Zeiteinheit resorbierten Menge des Medikaments bedingt, oder sie kann zeitvariabel sein.

**[0039]** Aufgabe des pharmakokinetischen Modells ist es nun, durch einen Regelalgorithmus die Förderate der einzelnen Infusionspumpen so zu steuern, dass unter Berücksichtigung der Eingabeparameter die tatsächlich im Blut vorhandenen Konzentration dieses Medikaments gleich der Zielkonzentration ist. Ein solches pharmakokinetisches Modell kann sowohl in einer Steuereinheit einer jeden Infusionspumpe selbst als auch in der zentralen Steuereinrichtung **13** implementiert sein.

**[0040]** Durch die mittels austauschbarer Steuerungsdaten miteinander verbundenen Infusionspumpen kann ein bisher vom Arzt meist manuell aufgesetzter Verordnungsbogen, der eingetragene Medikamentenverordnungen enthält, wobei die Medikamente vom Pflegepersonal im Laufe eines Tages als Medikamentengaben verabreicht werden, zu den Steuereinheiten in Infusionspumpen automatisch übertragen werden, indem diese eine oder mehrere Schnittstellen innerhalb ihres Datenverbindungsnetzes aufweisen, um eine Verbindung zu einer übergeordneten Datenverarbeitungseinrichtung, in welcher der Verordnungsplan anstelle des manuell auszufüllenden Verordnungsbogens eingegeben wird, aufzubauen. Alternativ kann der Verordnungsplan direkt an der zentralen Steuerungs- bzw. Anzeigeeinrichtung oder in einer der Steuereinheiten der miteinander datentechnisch verbundenen Infusionspumpen eingegeben werden.

**[0041]** In [Fig. 2](#) wird in einem schematischen Flussdiagramm der erfindungsgemäße Verfahrensablauf gemäß einer Ausführungsform der Erfindung gezeigt. Das Bedienungspersonal wird gemäß dem Schritt **21** von der Infusionsvorrichtung mittels der zentralen Anzeigeeinrichtung oder einer Anzeige in einer der Infusionspumpen dazu aufgefordert, einen Barcode-Scan zur Auswahl einer bestimmten Therapie durchzuführen. Hierfür wird ein an die Infusionspumpe externer angeschlossener Barcode-Scanner zum Einlesen von Barcodes, die einzelnen Therapien zugeordnet sind, verwendet.

**[0042]** Im vorliegenden Fall wird als ausgewählte Therapie eine Betäubung mittels Propofol und einem Verdünnungsmittel gewünscht. Sobald eine derartige Propofol-Verdünnungsmittel-Therapie ausgewählt ist, wird automatisch von der Infusionsvorrichtung beziehungsweise der einzelnen Infusionspumpe ein zugehöriger OTCI-Algorithmus für eine noch zu bestimmende Infusionspumpe festgelegt (Schritt **22**).

**[0043]** In einem Schritt **23** wird automatisch festgestellt, ob der ausgewählten Therapie bereits Pumpen innerhalb der Infusionsvorrichtung beziehungsweise dem System zugeordnet sind. Dies kann beispielsweise davon abhängig gemacht werden, ob bereits eine Infusionspumpe mit Propofol und eine weitere Infusionspumpe mit dem zugehörigen Infusionsmittel

gefüllt sind.

**[0044]** Sofern derartige Pumpen bereits vorhanden sind, wird das Bedienungspersonal in einem Schritt **24** dazu aufgefordert, diese Auswahl der zugeordneten Pumpen zu bestätigen.

**[0045]** Wenn keine automatische Zuordnung der Infusionspumpen in einem Schritt **23** erfolgt, findet in einem Schritt **25** eine automatische Anfrage der Steuereinheiten einzelner Infusionspumpen, die einen der beteiligten Infusionsstoffe zugewiesen bekommen, statt, ob sie die an der Therapie beteiligten Pumpen sein sollen. Sofern das Bedienungspersonal die angebotenen Pumpen gemäß Schritt **26** ausgewählt hat, findet die Aktivierung eines Zeitablaufplans gemäß Schritt **27** statt.

**[0046]** In einem derartigen Zeitablaufplan wird beispielsweise der gleichzeitige Start einer ersten Infusionspumpe mit Propofol als Infusionsstoff und einer zweiten Infusionspumpe mit dem Verdünnungsmittel, beispielsweise auf Fettbasis basierend, initiiert. Beide Infusionsstoffe werden miteinander vermischt dem Patienten zugeführt. Hierdurch ergibt sich eine Propofollösung mit einer Konzentration, die unterhalb von 1% liegt. Dies ermöglicht die Zuführung des verdünnten Propofols mit geringem Injektionsschmerz.

**[0047]** Sobald der Patient das Bewusstsein verloren hat, können mittels des vorbestimmbaren Zeitplans Steuerungsdaten von der ersten Infusionspumpe zu der zweiten das Verdünnungsmittel enthaltenden Infusionspumpe übertragen werden, welche eine Abschaltung der zweiten Infusionspumpe bewirken, um Propofol in hoher Konzentration zur Aufrechterhaltung der Betäubung zuzuführen.

**[0048]** Sofern der betreuende Arzt beziehungsweise das Bedienungspersonal einen vorzeitigen Abbruch des Betäubungsvorganges wünscht, kann er dies durch Drücken einer Taste, die auf einer der beiden Infusionspumpen oder beiden angeordnet ist, erreichen, wodurch beide Infusionspumpen gleichzeitig aufgrund der Übertragung von Steuerungsdaten zwischen den Infusionspumpen abgeschaltet werden.

**[0049]** Sobald der Zeitablaufplan aktiviert ist, gibt die Infusionsvorrichtung oder die einzelne Infusionspumpe die Anzeige "Therapie starten" gemäß dem Schritt **28** frei. Anschließend beginnt die Therapie gemäß dem Schritt **29**.

**[0050]** In [Fig. 3](#) wird in einer schematischen Darstellung das erfindungsgemäße Verfahren anhand der Darstellung der Infusionsvorrichtung dargestellt. Durch Eingabe von Daten, wie es durch Pfeil **30** wiedergegeben wird, in eine zentrale Steuereinrichtung **31** findet eine Vorprogrammierung des gewünschten Verfahrensablaufes, in diesem Fall der Behandlung

mit Propofol statt. Durch gegenseitigen Datenaustausch der Steuereinrichtung **31** mit einer Infusionspumpe **35**, welche Propofol enthält, und einer Infusionspumpe **36**, welche das Verdünnungsmittel zu dem Betäubungsmittel Propofol enthält, findet eine Kommunikation zwischen den Infusionspumpen **35**, **36** und der zentralen Steuereinrichtung **31** und insbesondere zwischen den Infusionspumpen **35**, **36** statt, wie es durch die Pfeile **32**, **33** und **34** wiedergegeben wird. Hierdurch ist es möglich, dass mittels einer Programmierung und eines Datenaustausches zwischen den Infusionspumpen, wie es durch den Doppelpfeil **34** dargestellt ist, eine rechtzeitige Abschaltung des Verdünnungsmittels und damit der Infusionspumpe **36** stattfindet, wenn der Patient **41** sich im ausreichenden Betäubungszustand befindet.

**[0051]** Sowohl das Propofol als auch das Verdünnungsmittel werden bis zu diesem Zeitpunkt über Leitungen **37**, **38** innerhalb eines Vermischers **39** vermischt und über eine gemeinsame Leitung **40** dem Patienten **41** zugeführt.

**[0052]** In [Fig. 4](#) wird in einer schematischen Darstellung das erfindungsgemäße Verfahren anhand einer weiteren Infusionsvorrichtung wiedergegeben. Wiederum werden wie durch den Pfeil **42** dargestellt, Daten zur Programmierung einer Steuerungseinrichtung **43** eingegeben und mittels eines Datenaustausches zwischen der zentralen Steuereinrichtung **43** und einzelnen Infusionspumpen **46**, **47** und **48** über Datenaustauschleitungen **44** und **45** an die Infusionspumpen weitergegeben, wobei die Infusionspumpen **46**, **47**, **48** diese Daten mit der zentralen Steuereinrichtung **43** beispielsweise zur geeigneten Auswahl bestimmter Infusionspumpen mittels der Leitungen **44** und **45** austauscht und insbesondere untereinander mittels Leitungen **49**, **50** den Datenaustausch zur Überprüfung einer geeigneten Kombination derjenigen Infusionspumpen durchführt.

**[0053]** Über Leitungen **51**, **52** werden Infusionsstoffe der Infusionspumpen **46**, **47** in einem Vermischer **54** miteinander vermischt und über die Leitung **55** einem Patienten **56** ebenso wie über eine Leitung **53** aus der Infusionspumpe **48** zugeführt. Anschließend findet eine Messung der physiologischen Daten des Patienten mittels einer Messeinrichtung **58** und einer Leitung **57** statt.

**[0054]** Die gemessenen Daten des Patienten werden entweder direkt mittels einer Verbindung **60** oder indirekt über ein Patientenmodell **61** mittels Verbindungen **59**, **62** zur Steuerungseinrichtung **43** rückgekoppelt. Hierbei findet ein Abgleich der gemessenen physiologischen Daten mit vorgegebenen Daten gemäß dem Patientenmodell **61** statt.

**[0055]** Sämtliche in den Anmeldungsunterlagen offenbaren Merkmale werden als erfindungswesent-

lich beansprucht, sofern sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

#### Bezugszeichenliste

1	Infusionsvorrichtung
2–10	Infusionspumpen
11	Säule
12	Infusionsleitung
13	zentrale Steuereinrichtung
14, 15	Säulenabschnitt
16	Spritzen
17	Eingabelemente
18, 19, 20	Flüssigkeitsbehälter
21	Schritt des Barcode-Scannens
22	Schritt der Auswahl der OTCI-Algorithmus
23	Schritt des Zuordnens von Pumpen
24	Schritt der Aufforderung zur Bestätigung der ausgewählten Pumpen
25	Schritt der automatischen Anfragen möglicher zuzuordnender Infusionspumpen
26	Schritt der Auswahl der möglichst zuordbaren Infusionspumpen
27	Schritt des Aktivierens eines Zeitablaufplanes
23	Schritt des Anzeigens „Therapie starten“
29	Schritt der Beginn der Therapie
30, 42	Dateneingabe
31, 43	zentrale Steuereinrichtung
32, 33, 34, 44, 45, 49, 50	Datenaustauschverbindungen
35, 36, 46, 47, 48	Infusionspumpen
37, 38, 40, 51, 52, 53, 55	Infusionsstoffleitungen
39, 54	Vermischer
41, 56	Patient
57, 59, 60	Messdatenübertragungsverbindungen
58	Messeinrichtung
61	Patientenmodell
62	Abgleich Daten aus Patientenmodell und gemessenen Daten

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Mehrzahl von Infusionspumpen (2–10), wobei jeder Infusionspumpe (2–10) jeweils ein Infusionsstoff zugeordnet ist,

der innerhalb einer ihm zugeordneten vorsestimmbaren Zeitspanne als Infusion mit einer vorbestimmbaren Infusionsrate einem Lebewesen zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Infusionspumpen (2–10) selbsttätig Steuerungsdaten zum zeitlich aufeinander abgestimmten Aktivieren und Deaktivieren der verschiedenen Infusionen austauschen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jede Infusionspumpe (2–10) die Steuerungsdaten mittels jeweils einer ihnen zugeordneten Steuereinheit verarbeitet und direkt an mindestens eine der weiteren Infusionspumpen (2–10) überträgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jede Infusionspumpe (2–10) mit einer zentralen Steuereinrichtung (13) verbunden ist und die Steuerungsdaten mittels der zentralen Steuereinrichtung (13) verarbeitet sowie an mindestens eine der weiteren Infusionspumpen (2–10) überträgt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zentrale Steuereinrichtung (13) aus einer Mehrzahl an einzelnen Steuergeräten zusammengesetzt wird.

5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Infusion von mindestens einer der Infusionspumpen (2–10) immer aktiviert ist.

6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Infusion sämtlicher Infusionspumpen (2–10) zeitgleich aktiviert und/oder deaktiviert werden.

7. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass mittels Betätigungselemente an den Steuereinheiten oder der zentralen Steuereinrichtung mindestens ein Steuervorgang zur Steuerung der Aktivierung und Deaktivierung der verschiedenen Infusionen für mindestens zwei Infusionspumpen eingegeben wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuervorgang die gleichzeitige Aktivierung und/oder Deaktivierung und/oder eine Unterbrechung der Infusion durch die mindestens zwei Infusionspumpen (2–10) bewirkt.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Auswahl eines Therapievorganges, dem ein Steuervorgang zugeordnet ist, die dem Therapievorgang zuordbaren Infusionspumpen (2–10) selbsttätig ausgewählt oder einem Benutzer zur Auswahl angezeigt werden.

10. Verfahren nach einem der vorangegangenen

Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Infusionspumpen (2–10) dem Lebewesen ein Verdünnungsmittel zusätzlich zu einem Arzneiwirkstoff, der mittels einer weiteren Infusionspumpe zugeführt wird, zuführt.

11. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungsdaten eine Deaktivierung der Infusion des Verdünnungsmittels unter Beibehaltung der Aktivierung des Arzneiwirkstoffes bewirken.

12. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mittels gemessener oder geschätzter physiologischer Daten des Lebewesens die Infusionsraten, die Zeitspannen und/oder die Zeitpunkte der Aktivierung und Deaktivierung verändert werden.

13. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mittels einer Anzeigeeinrichtung Infusionsraten der Infusionspumpen, und/oder gemessene oder geschätzte physiologische Daten des Lebewesens und/oder die Steuerungsdaten und/oder die Zeitpunkte der Aktivierung und Deaktivierung der Infusionspumpen und/oder der Zeitspanne der Infusion angezeigt werden.

14. Vorrichtung zur Steuerung einer Mehrzahl von Infusionspumpen (2–10), wobei jeder Infusionspumpe (2–10) jeweils ein Infusionsstoff zugeordnet ist, der innerhalb einer ihm zugeordneten vorbestimmbaren Zeitspanne als Infusion mit einer vorbestimmbaren Infusionsrate einem Lebewesen zuführbar ist, dadurch gekennzeichnet dass Steuerungsdaten zur zeitlichen aufeinander abgestimmten Aktivierung und Deaktivierung mittels Steuereinheiten oder einer zentralen Steuereinrichtung der verschiedenen Infusionen selbsttätig zwischen den Infusionspumpen (2–10) austauschbar sind.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet dass jeder Infusionspumpe (2–10) eine der Steuereinheiten aufweist, welche die Steuerdaten verarbeitet und an Steuereinheiten der weiteren Infusionspumpen (2–10) direkt überträgt.

16. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die zentrale Steuereinrichtung (13) die Infusionspumpen (2–10) und die Übertragung der Steuerungsdaten zwischen den Infusionspumpen zeitlich voneinander abhängig steuert.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14–16, gekennzeichnet durch Betätigungselemente an den Infusionspumpen (2–10) und/oder der zentralen Steuereinrichtung (13) zur Eingabe von Steuerbefehlen, zur Auswahl von Steuervorgängen, zur Auswahl von an den Steuervorgängen beteiligten In-

fusionspumpen (2–10) und/oder zur Eingabe von physiologischen Daten des Lebewesens.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14–17, gekennzeichnet durch eine Anzeigeeinrichtung an jeder Infusionspumpe und/oder eine zentrale Anzeigeeinrichtung zur Anzeige der Steuerungsdaten, gemessener oder geschätzter physiologischer Daten des Lebewesens, der Zeitpunkte der Aktivierung und Deaktivierung der Infusionspumpen, der Zeitspannen der Infusion und/oder der Infusionsraten.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

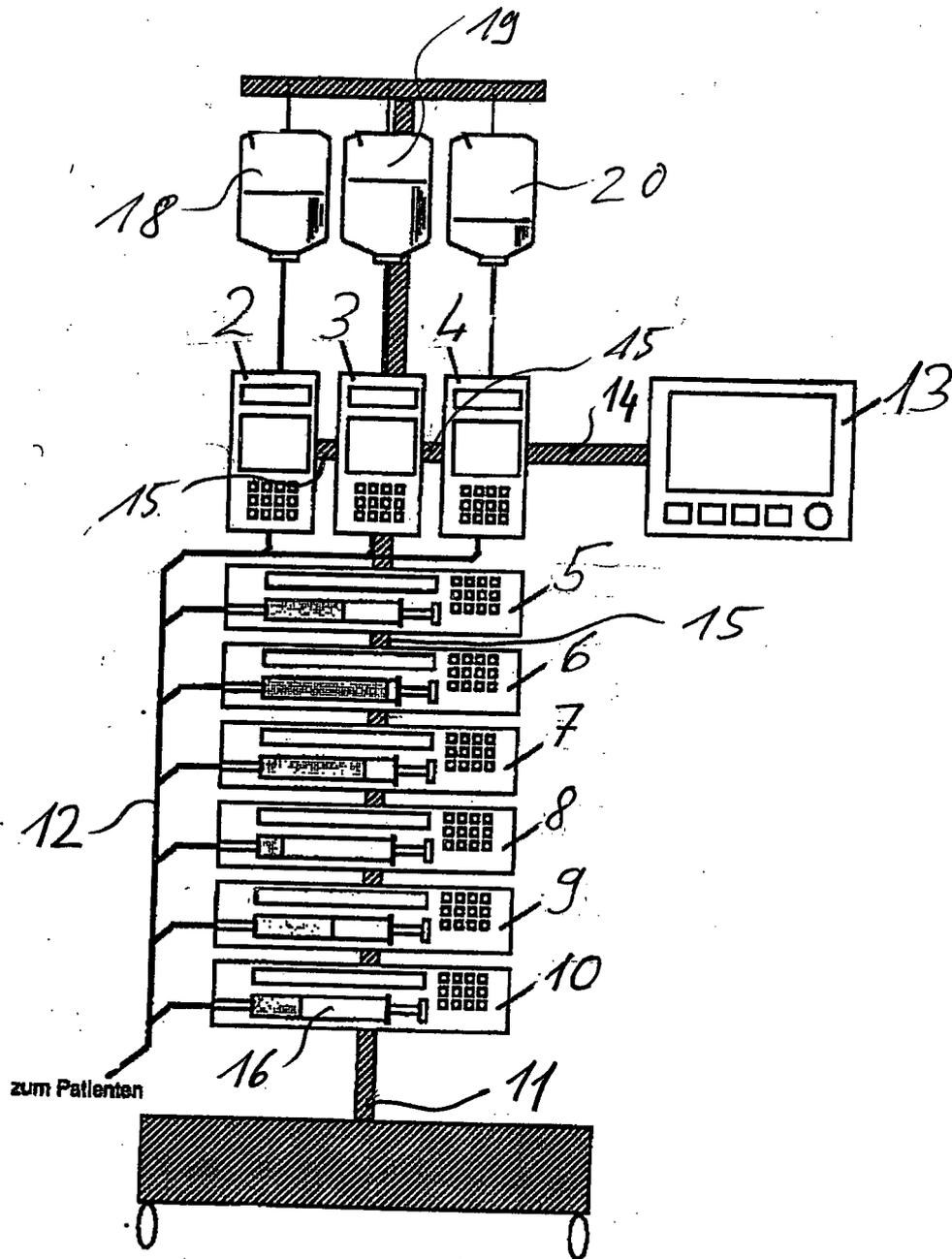


Fig. 1

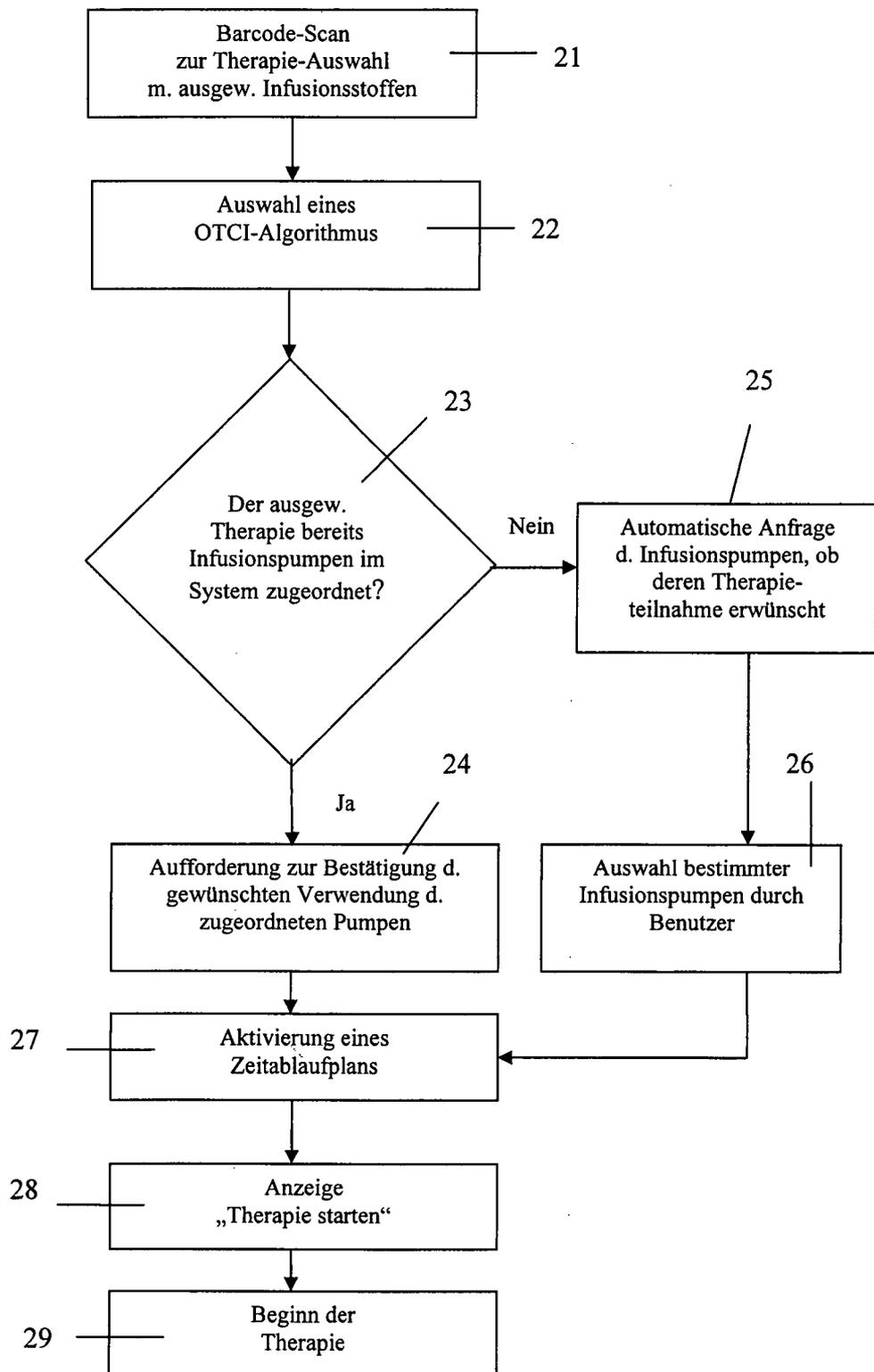


Fig. 2

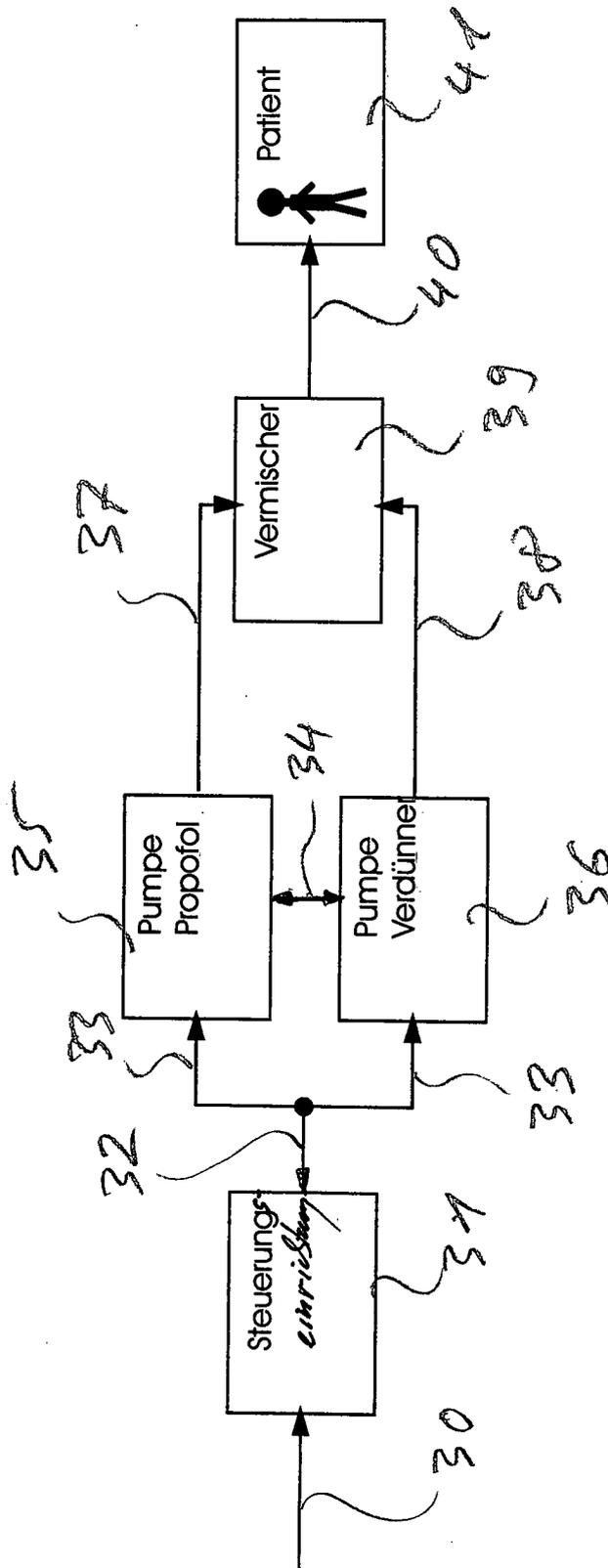


Fig. 3

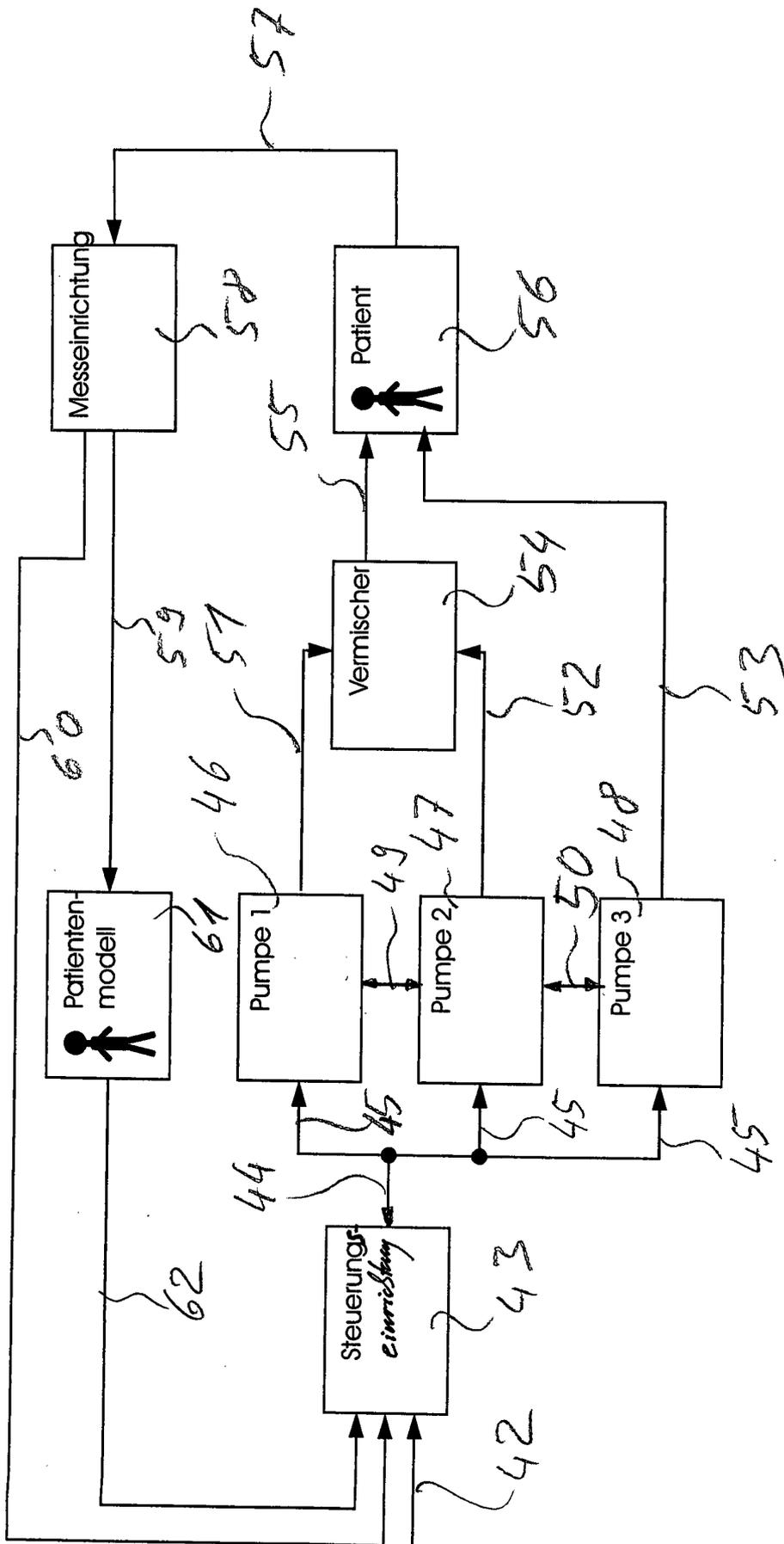


Fig. 4