

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
30. Juli 2020 (30.07.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2020/152276 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

A61M 1/16 (2006.01) A61M 1/34 (2006.01)

(72) Erfinder: **NOACK, Joachim**; Rhoenblick 1 1/2, 97616  
Bad Neustadt (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/051645

(74) Anwalt: **BOBBERT & PARTNER PATENTANWÄLTE PARTMBB**; Postfach 12 52, 85422 Erding (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
23. Januar 2020 (23.01.2020)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2019 101 941.9

25. Januar 2019 (25.01.2019) DE

(71) Anmelder: **FRESENIUS MEDICAL CARE DEUTSCHLAND GMBH** [DE/DE]; Else-Kroener-Straße 1, 61352 Bad Homburg (DE).

(54) Title: METHOD FOR CHECKING THE DELIVERY ACCURACY OF DELIVERY MEANS OF A MEDICAL TREATMENT SYSTEM, AND SYSTEMS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ÜBERPRÜFEN DER FÖRDERGENAUIGKEIT VON FÖRDERMITTELN EINER MEDIZINISCHEN BEHANDLUNGSVORRICHTUNG, UND VORRICHTUNGEN

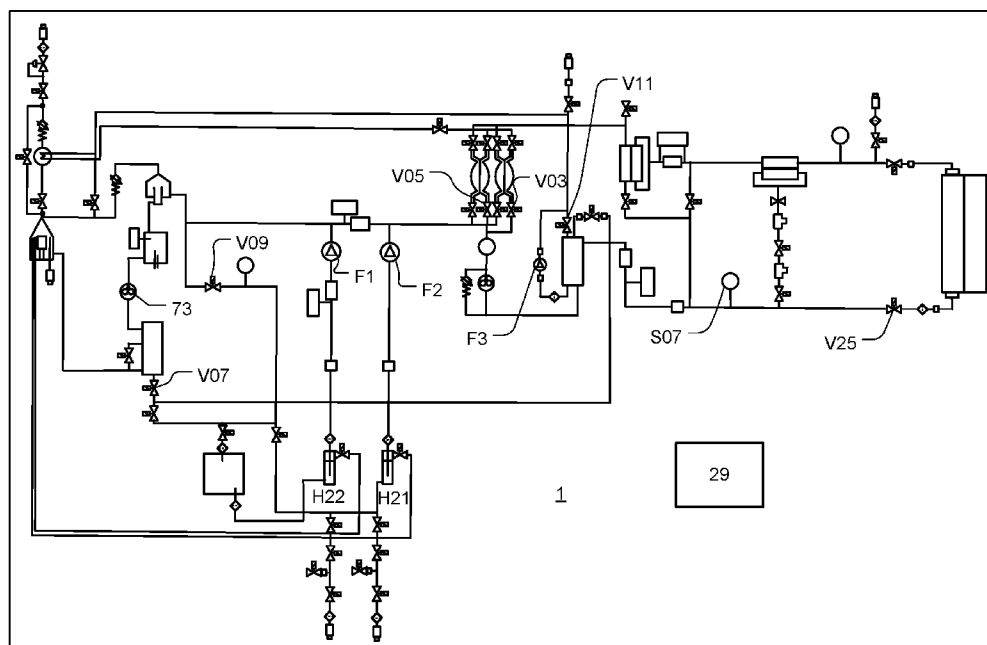


Fig. 1

100

(57) Abstract: The invention relates to a method for checking the delivery accuracy of delivery means (F1, F2, F3) of a blood treatment system (100). The invention further relates to a blood treatment system (100) comprising a control and/or regulating device (29) for carrying out the method according to the invention, to a digital storage medium, to a computer program product and to a computer program.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überprüfen der Fördergenauigkeit von Fördermitteln (F1, F2, F3) einer Blutbehandlungsvorrichtung (100). Sie betrifft ferner eine Blutbehandlungsvorrichtung (100) mit einer Steuer- und/oder Regelvorrichtung (29), durch die das erfindungsgemäße Verfahren bewirkt wird, ein digitales Speichermedium, ein Computerprogramm-Produkt sowie ein Computerprogramm.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2020/152276 A1

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

## Beschreibung

### Verfahren zum Überprüfen der Fördergenauigkeit von Fördermitteln einer medizinischen Behandlungsvorrichtung, und 5 Vorrichtungen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem  
Oberbegriff des Anspruchs 1, eine Steuervorrichtung gemäß dem  
Oberbegriff des Anspruchs 13 und eine

10 Blutbehandlungsvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des  
Anspruchs 14. Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung  
ein digitales Speichermedium gemäß Anspruch 26, ein  
Computerprogramm-Produkt gemäß Anspruch 27 sowie ein  
Computerprogramm gemäß Anspruch 28.

15

Es sind verschiedene Arten von Blutbehandlungsvorrichtungen  
bekannt. Zu den bekannten Blutbehandlungsvorrichtungen zählen  
beispielsweise die Vorrichtungen zur Hämodialyse,  
Hämofiltration und Hämodiafiltration. Während der  
20 extrakorporalen Blutbehandlung strömt das Blut in einem  
extrakorporalen Blutkreislauf durch eine  
Blutbehandlungseinheit. Bei den Vorrichtungen zur  
Hämodialyse, Hämofiltration und Hämodiafiltration ist die  
Blutbehandlungseinheit ein Dialysator oder Filter, der  
25 vereinfacht ausgedrückt durch eine semipermeable Membran in  
eine Blutkammer und eine Dialysierflüssigkeitskammer getrennt  
ist. Während der Blutbehandlung mittels Hämodialyse oder  
Hämodiafiltration strömt das Blut durch die Blutkammer,  
während eine Dialysierflüssigkeit durch die  
30 Dialysierflüssigkeitskammer strömt.

In manchen Blutbehandlungsvorrichtungen kann die Dialysierflüssigkeit durch volumetrische Mischung hergestellt werden. Unter volumetrischer Mischung ist zu verstehen, dass mindestens eine Flüssigkeit nach dem Volumen dosiert wird.

- 5    Beispielsweise können Reinwasser und mindestens ein Flüssigkonzentrat volumetrisch dosiert und entsprechend einer vorgegebenen Rezeptur zu frischer Dialysierflüssigkeit vermischt werden.
- 10   Bei der volumetrischen Dosierung ist die Genauigkeit, mit der die verwendeten Fördermittel arbeiten, von entscheidender Bedeutung. Eine fehlerhafte Dosierung führt zu einer fehlerhaften Zusammensetzung der Dialysierflüssigkeit. Die Fördergenauigkeit eines Fördermittels kann sich mit der Zeit
- 15   ändern. Ursachen hierfür können beispielsweise Undichtigkeiten, Quellungen von Werkstoffen, Ablagerungen im Inneren des Fördermittels und/oder den Leitungen und Verschleiß sein. Während Undichtigkeiten mit einem automatischen Integritätstest, beispielsweise einem
- 20   Druckhaltetest, auf einfache Weise sicher erkannt werden können, sind andere Ursachen, die zu einer größeren oder einer kleineren Förderleistung führen können, nicht ohne weiteres automatisch erkennbar.
- 25   Um die Patientensicherheit nicht zu gefährden, ist eine fehlerhafte Dosierung auszuschließen. Deshalb werden die Fördermittel so robust ausgelegt, dass eine betriebsbedingte Änderung der Förderleistung während ihrer Lebensdauer möglichst klein ist. Dennoch kann sich die Förderleistung
- 30   eines Fördermittels mit der Zeit ändern.

Die Förderleistung wird im Rahmen regelmäßiger Wartungsintervalle überprüft und bei Bedarf korrigiert. Die Förderleistung kann dabei durch Auslitern ermittelt werden. Solche Arbeiten werden von einem qualifizierten

5 Servicetechniker ausgeführt.

Je öfter die Fördermittel der Blutbehandlungsvorrichtung überprüft werden, desto zuverlässiger kann die Blutbehandlungsvorrichtung arbeiten. Es besteht der Bedarf

10 nach einer regelmäßigen automatischen Überprüfung der Förderleistung. Es besteht ein Bedarf nach einer automatischen Erkennung von Änderungen der Förderleistung eines Fördermittels, beispielsweise im Rahmen eines regelmäßigen automatischen Funktionstests.

15 Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Überprüfen der Fördergenauigkeit von Fördermitteln einer medizinischen Behandlungsvorrichtung vorzuschlagen. Ferner soll eine Steuer- und/oder Regelvorrichtung (kurz:

20 Steuervorrichtung, die optional auch regeln kann) vorgeschlagen werden, mit der das Verfahren bewirkt oder veranlasst werden kann. Außerdem sollen weitere zum Durchführen des Verfahrens geeignete Vorrichtungen, insbesondere eine Blutbehandlungsvorrichtung, angegeben

25 werden.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch das Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Sie wird ferner gelöst mittels der Steuervorrichtung mit den Merkmalen des

30 Anspruchs 13, der Blutbehandlungsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 14, des digitalen Speichermediums mit den Merkmalen des Anspruchs 26, des Computerprogramm-Produkts

mit den Merkmalen des Anspruchs 27 sowie des  
Computerprogramms mit den Merkmalen des Anspruchs 28.

Erfindungsgemäß wird somit ein Verfahren zum quantitativen  
5 oder zum qualitativen Überprüfen der Fördergenauigkeit von  
Fördermitteln aus einer Gruppe von Fördermitteln  
vorgeschlagen. Die Gruppe besteht aus einem ersten  
Fördermittel, einem zweiten Fördermittel und einem dritten  
Fördermittel. Sie sind Teil einer extrakorporalen  
10 Blutbehandlungsvorrichtung oder hiermit funktionell  
verbunden.

Das Verfahren umfasst ein Bereitstellen eines vorzugsweise  
vollständig mit Flüssigkeit gefüllten Behälters. Luft oder  
15 ein anderes Gas ist vorzugsweise nicht im Behälter vorgesehen.  
Der Behälter steht in Fluidverbindung mit jedem Fördermittel  
aus der Gruppe. Jedes dieser Fördermittel ist dabei  
angeordnet, um Flüssigkeit aus dem Behälter herauspumpen zu  
können.

20 Das Verfahren umfasst optional das vollständige Befüllen des  
Behälters mit Flüssigkeit.

Dabei wird optional ein vorbestimmter Anfangsdruck (oder:  
25 Ausgangsdruck) im Behälter eingestellt. Das Einstellen kann,  
rein exemplarisch, mittels Füllpumpen und/oder Ventilen in  
Leitungen, die den Behälter fluidisch mit einem Äußeren des  
Behälters verbinden, erfolgen. Beispielsweise kann mittels  
der Füllpumpe für einen vorbestimmten Flüssigkeitsdruck im  
30 Inneren des Behälters gesorgt werden. Hierbei kann von einem  
definierten Füllen gesprochen werden, d. h. der nach Befüllen

herrsche Druck ist bekannt und/oder vorbestimmt. Er liegt vorzugsweise über dem Atmosphärendruck.

Weiter umfasst das Verfahren optional das Messen des im geschlossenen, mit Flüssigkeit gefüllten Behälter herrschenden Drucks mittels einer ersten Druckmessung sowie das Festlegen des gemessenen Drucks als Anfangsdruck. Diese erste Druckmessung kann allerdings unterbleiben, beispielsweise wenn nach dem vorstehend beschriebenen Befüllen des Behälters mit ausreichender Genauigkeit davon ausgegangen werden darf, dass die Höhe des nach dem Befüllen im Behälter herrschenden Drucks bereits, etwa aufgrund des Befüllvorgangs als solchem, bekannt ist. In diesem Fall kann in allen hierin gemachten Ausführungen der nach dem Befüllen herrschende Druck auch ohne erste Druckmessung als bekannt angenommen werden.

Das Verfahren umfasst das Ansteuern eines ersten Fördermittels der Gruppe. Dabei wird das erste Fördermittel veranlasst, eine für eben dieses Fördermittel zum Herausfordern eines vorbestimmten Flüssigkeitsvolumens aus dem Behälter erforderliche Fördertätigkeit zu erbringen. Diese Fördertätigkeit kann aus einer Anzahl von Hüben, Rotationen, usw. des Fördermittels oder seiner Bauteile bestehen, die z. B. im Lichte der Bauart des Fördermittels erforderlich ist, um die erforderliche Fördertätigkeit zu erbringen und wird hierin als Soll-Fördertätigkeit bezeichnet. Die Soll-Fördertätigkeit kann die von Nutzer oder von der Steuerung abgerufene oder angeforderte Fördertätigkeit beschreiben, die wiederum einem bestimmten Fördervolumen entsprechen kann. Die in Folge tatsächlich oder effektiv erbrachtet Fördertätigkeit, also z. B. das

tatsächlich geförderte Volumen, kann hiervon jeweils  
abweichen. Das Maß, um welches die Soll-Fördertätigkeit von  
der tatsächlichen Fördertätigkeit abweicht, kann zur  
quantitativen Angabe der Genauigkeit, mit welcher das  
5 Fördermittel fördert, dienen.

Das Ansteuern kann also beispielsweise als ein Abrufen oder  
ein Anfordern der vorbestimmten Fördertätigkeit verstanden  
werden, mit dem Ziel, ein Sollvolumen oder ein vorbestimmtes  
10 Ziel- oder Wunschkvolumen aus dem Behälter herausfördern zu  
lassen.

Weiter umfasst das Verfahren das Messen des im Behälter  
herrschenden Drucks mittels einer zweiten Druckmessung nach  
15 Abschluss der Fördertätigkeit des betrachteten Fördermittels,  
etwa bei Erreichen der Soll-Fördertätigkeit. Der dabei  
gemessene Druck wird als Enddruck festgelegt oder bezeichnet.  
Sollte es eine erste Druckmessung gegeben haben, siehe  
vorstehend, so wäre diese Messung des Enddrucks die zweite  
20 Druckmessung.

Erfindungsgemäß werden die oben beschriebenen Schritte  
nacheinander mit jedem Fördermittel aus der Gruppe  
durchgeführt, wobei der für nach dem Herausfördern mittels  
25 des ersten Fördermittels erzielte Enddruck als erster  
Enddruck bezeichnet wird. Optional werden weiter eine erste  
Druckdifferenz als Differenz zwischen dem Anfangsdruck und  
dem ersten Enddruck und/oder weiter optional eine erste  
Compliance ermittelt. Für Erläuterungen zum Begriff  
30 „Compliance“ siehe weiter unten.

Analog hierzu werden für das Herausfördern mittels des zweiten Fördermittels ein zweiter Enddruck und optional weiter eine zweite Druckdifferenz als Differenz zwischen dem Anfangsdruck und dem zweiten Enddruck und/oder weiter  
5 optional eine zweite Compliance ermittelt.

Ebenso werden dadurch für das Herausfördern mittels des dritten Fördermittels ein dritter Enddruck und optional weiter eine dritte Druckdifferenz als Differenz zwischen dem  
10 Anfangsdruck und dem dritten Enddruck und/oder optional weiter eine dritte Compliance ermittelt.

Erfindungsgemäß wird weiter eine Druckdifferenz zwischen dem mittels der ersten Druckmessung ermittelten Ergebnis und dem  
15 mittels der zweiten Druckmessung ermittelten Ergebnis berechnet. Alternativ oder ergänzend kann eine Compliance des Behälters basierend auf diesen Druckmessungen berechnet werden.

20 Es wird also nach dem Herausfördern von Flüssigkeit mittels des ersten Fördermittels auch Flüssigkeit mittels des zweiten sowie anschließend mittels des dritten Fördermittels aus dem Behälter herausgefördert. Zwischen dem Herausfördern mittels des ersten und des zweiten Fördermittels und zwischen dem  
25 Herausfördern mittels des zweiten bzw. des dritten Fördermittels wird vorzugsweise jeweils wieder der vorbestimmte Anfangsdruck im Behälter eingestellt.

Das Verfahren umfasst optional ein Auswerten mindestens des  
30 ersten Enddrucks, zweiten Enddrucks und dritten Enddrucks, vorzugsweise miteinander, wobei „miteinander“ hierin beispielsweise als „in einer Gesamtbetrachtung“, „in einem

direkten Vergleich", etwa einer Rangfolgenbetrachtung, zu verstehen sein kann.

- Ergänzend oder alternativ umfasst das Verfahren ein Auswerten
- 5 mindestens der ersten Druckdifferenz, der zweiten Druckdifferenz und der dritten Druckdifferenz, oder mindestens der ersten Compliance, zweiten Compliance oder dritten Compliance, ebenfalls vorzugsweise miteinander.
- 10 Ergebnis oder Ziel des Auswertens kann es sein, eine Abweichung einer tatsächlichen Fördertätigkeit des ersten, zweiten und/oder dritten Fördermittels von der jeweils angesteuerten Soll-Fördertätigkeit zu erkennen, sei es quantitativ oder qualitativ, wobei ein Vergleich der
- 15 Abweichung zwischen den betrachteten Fördermitteln von besonderem Interesse sein kann.

- Erfindungsgemäß wird ferner eine Steuer- oder Regelvorrichtung, hierin auch kurz als Steuervorrichtung
- 20 bezeichnet, vorgeschlagen. Sie ist konfiguriert, um im Zusammenwirken mit einer Blutbehandlungsvorrichtung das erfindungsgemäße Verfahren zu veranlassen oder durchzuführen.

- Weiter wird erfindungsgemäß eine Blutbehandlungsvorrichtung
- 25 (kurz: Behandlungsvorrichtung) vorgeschlagen. Die erfindungsgemäße Behandlungsvorrichtung weist ein Dialysierflüssigkeitssystem mit einem Behälter für Flüssigkeit auf, eine Druckmesseinrichtung (vorzugsweise eine Absolutdruckmesseinrichtung) zum Messen eines im Behälter
- 30 herrschenden Drucks sowie eine Auswerteeinheit, welche zum Auswerten von Enddrücken, Druckdifferenzen und/oder

Compliances konfiguriert ist, insbesondere wie dies hierin beschrieben ist.

Ferner weist die erfindungsgemäße Behandlungsvorrichtung eine Gruppe von Fördermitteln auf, welche aus einem ersten Fördermittel, einem zweiten Fördermittel und einem dritten Fördermittel besteht, wobei jedes der ersten bis dritten Fördermittel mit dem Behälter in Fluidverbindung steht.

Weiterhin ist von der erfindungsgemäßen Behandlungsvorrichtung eine Steuer- oder Regelvorrichtung umfasst, welche konfiguriert ist, um das erfindungsgemäße Verfahren durch Zusammenwirken mit weiteren Einrichtungen oder Vorrichtungen der Behandlungsvorrichtung – insbesondere automatisch – zu veranlassen, zu steuern und/oder zu regeln, insbesondere wie hierin offenbart. Die Steuervorrichtung kann die Auswerteeinheit umfassen.

Ein Zusammenwirken kann ein Ansteuern, Steuern oder Regeln sein oder umfassen. Ein Zusammenwirken kann eine Signalverbindung sein oder erfordern.

Die Blutbehandlungsvorrichtung kann für jeden der hierin genannten Schritte eine entsprechend geeignete und/oder konfiguriert Einrichtung wie z. B. eine Auswerteeinheit für die Auswertung, eine Druckmesseinrichtung für die Druckmessung, eine Befülleinrichtung für das Befüllen des Behälters (z. B. eine Pumpe, ein Ventil oder dergleichen) usw. aufweisen.

Ein erfindungsgemäßes, insbesondere digitales, insbesondere nicht-flüchtiges, Speichermedium (hier auch als Träger

bezeichnet), insbesondere in Form von Diskette, RAM, ROM, CD, Festplatte, DVD, USB-Stick, Flashcard, SD-Karte oder EPROM, insbesondere mit elektronisch oder optisch auslesbaren Steuersignalen, kann derart konfiguriert sein, um eine

5   Steuervorrichtung zu einer Steuervorrichtung zu konfigurieren, mit welcher das hierin beschriebene erfindungsgemäße Verfahren bewirkt werden kann.

Dabei können alle, einige oder manche der maschinell

10   durchführbaren Schritte dieses Verfahrens veranlasst werden.

Ein erfindungsgemäßes Computerprogramm-Produkt weist einen volatilen, flüchtigen oder auf einem maschinenlesbaren Träger gespeicherten Programmcode auf, durch den eine

15   Steuervorrichtung derart konfiguriert wird, dass das hierin beschriebene erfindungsgemäße Verfahren bewirkt werden kann.

Dabei können wiederum alle, einige oder manche der maschinell durchführbaren Schritte dieses Verfahrens veranlasst werden.

20

Der Begriff „maschinenlesbarer Träger“, wie er hierin verwendet wird, bezeichnet in bestimmten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung einen Träger, der von Software und/oder Hardware interpretierbare Daten oder Informationen

25   enthält. Der Träger kann ein Datenträger, wie eine Diskette, eine CD, DVD, ein USB-Stick, eine Flashcard, eine SD-Karte, ein EPROM und dergleichen sein.

Ein erfindungsgemäßes Computerprogramm weist einen

30   Programmcode auf, durch den eine Steuervorrichtung derart konfiguriert wird, dass das hierin beschriebene erfindungsgemäße Verfahren bewirkt werden kann.

Dabei können alle, einige oder manche der maschinell durchführbaren Schritte dieses Verfahrens veranlasst werden.

5 Unter einem Computerprogramm-Produkt kann erfindungsgemäß beispielsweise ein auf einem Träger gespeichertes Computerprogramm, ein Embedded System als umfassendes System mit einem Computerprogramm (z. B. ein elektronisches Gerät mit einem Computerprogramm), ein Netzwerk von  
10 computerimplementierten Computerprogrammen (z. B. Client/Serversystem, Cloud Computing System, etc.) oder ein Computer, auf dem ein Computerprogramm geladen ist, abläuft, gespeichert ist, ausgeführt oder entwickelt wird, verstanden werden.

15 Unter einem Computerprogramm kann erfindungsgemäß beispielsweise ein physikalisches, vertriebsfähiges Software-Produkt verstanden werden, welches ein Programm aufweist.

20 Bei allen vorstehenden und folgenden Ausführungen ist der Gebrauch des Ausdrucks „kann sein“ bzw. „kann haben“ usw. synonym zu „ist vorzugsweise“ bzw. „hat vorzugsweise“ usw. zu verstehen und soll eine erfindungsgemäße Ausführungsform erläutern.

25 Wann immer hierin Zahlenworte genannt werden, so versteht der Fachmann diese als Angabe einer zahlenmäßig unteren Grenze. Sofern dies zu keinem für den Fachmann erkennbaren Widerspruch führt, liest der Fachmann daher beispielsweise  
30 bei der Angabe „ein“ oder „einem“ stets „wenigstens ein“ oder „wenigstens einem“ mit. Dieses Verständnis ist ebenso von der vorliegenden Erfindung mit umfasst wie die Auslegung, dass

ein Zahlenwort wie beispielsweise „ein“ alternativ als „genau ein“ gemeint sein kann, wo immer dies für den Fachmann erkennbar technisch möglich ist. Beides ist von der vorliegenden Erfindung umfasst und gilt für alle hierin  
5 verwendeten Zahlenworte.

Wenn hierin von „programmiert“ oder „konfiguriert“ die Rede ist, so ist auch offenbart, diese Begriffe gegeneinander auszutauschen.

10 Vorteilhafte Weiterentwicklungen der vorliegenden Erfindung sind jeweils Gegenstand von Unteransprüchen und Ausführungsformen.

15 Wenn hierin von einer Ausführungsform die Rede ist, so stellt diese eine erfindungsgemäße, beispielhafte Ausführungsform dar.

Erfindungsgemäße Ausführungsformen können eines oder mehrere  
20 der oben und/oder im Folgenden genannten Merkmale in jeder technisch möglichen Kombination aufweisen.

In manchen Ausführungsformen umfasst der Begriff der Fördertätigkeit eine Förderleistung, also z. B. ein  
25 Fördervolumen pro Förderdauer, eine Förderrate, ein Fördervolumen pro Hub oder Umdrehung oder dergleichen, ein Förderverhalten, insbesondere beim Versuch, ein angewiesenes Volumen zu fördern, eine Förderarbeit, ein Fördervolumen, oder ein Fördern eines Nenn-Fördervolumens.

30 In manchen Ausführungsformen erfolgt das Auswerten jeweils, indem ein Maß für die Abweichung einer tatsächlichen

Fördertätigkeit des ersten, zweiten und/oder dritten Fördermittels von der angesteuerten Soll-Fördertätigkeit erhalten wird.

- 5 Das Maß kann exemplarisch eine Prozentzahl sein, die angibt, welchen Teil die tatsächliche Fördertätigkeit des ersten, zweiten und/oder dritten Fördermittels von der angesteuerten Soll-Fördertätigkeit ausmacht. Das Maß kann angeben, um welchen Prozent die tatsächliche Fördertätigkeit eines der  
10 Fördermittel von der tatsächlichen Fördertätigkeit eines weiteren der Fördermittel abweicht.

In einigen Ausführungsformen umfasst das Auswerten das Vergleichen wenigstens eines Enddrucks, ausgewählt aus dem  
15 ersten, zweiten oder dritten Enddruck, oder einer Druckdifferenz, ausgewählt aus der ersten, zweiten oder dritten Druckdifferenz, mit wenigstens einem bzw. einer der anderen beiden Enddrücke bzw. Druckdifferenzen, oder das Auswerten besteht hieraus.

20 In manchen Ausführungsformen umfasst das Auswerten das Vergleichen wenigstens einer Compliance, ausgewählt aus der ersten, zweiten oder dritten Compliance, mit wenigstens einer der anderen beiden Compliances miteinander, oder das  
25 Auswerten besteht hieraus.

In gewissen Ausführungsformen umfasst das Auswerten das Ermitteln, ob der erste Enddruck, der zweite Enddruck und/oder der dritte Enddruck innerhalb vorbestimmter Grenzen  
30 liegen, einen Grenzwert über- oder unterschreiten, einen Mindestwert überschreiten oder einen Höchstwert nicht überschreiten, oder das Auswerten besteht hieraus.

In einigen Ausführungsformen umfasst das Auswerten das Ermitteln, ob die ersten Druckdifferenz, die zweite Druckdifferenz und/oder die dritte Druckdifferenz innerhalb  
5 vorbestimmter Grenzen liegen, einen Grenzwert über- oder unterschreiten, einen Mindestwert überschreiten oder einen Höchstwert nicht überschreiten, oder das Auswerten besteht hieraus.

10 In manchen Ausführungsformen umfasst das Auswerten das Ermitteln, ob die ersten Compliance, die zweite Compliance und/oder die dritte Compliance innerhalb vorbestimmter Grenzen liegen, einen Grenzwert über- oder unterschreiten, einen Mindestwert überschreiten oder einen Höchstwert nicht  
15 überschreiten, oder das Auswerten besteht hieraus.

In einigen Ausführungsformen umfasst das Auswerten das Ermitteln, ob eine Summe, eine Differenz, ein Produkt oder ein Quotient zwischen oder aus zwei Enddrücken, ausgewählt  
20 aus erstem, zweitem und drittem Enddruck, zwei Druckdifferenzen, ausgewählt aus der ersten, zweiten und dritten Druckdifferenz, oder zwei Compliances, ausgewählt aus der ersten, zweiten und dritten Compliance, einen vorgegebenen Betrag unter- oder übersteigt, oder das  
25 Auswerten besteht hieraus

In manchen Ausführungsformen erfolgt das Ansteuern wenigstens eines Fördermittels der Gruppe an einem ersten Arbeitspunkt bezogen auf dieses Fördermittel, und das Ansteuern wenigstens  
30 eines anderen Fördermittels aus der Gruppe erfolgt an einem zweiten Arbeitspunkt bezogen auf jenes Fördermittel. Der

erste Arbeitspunkt und der zweite Arbeitspunkt unterscheiden sich voneinander.

Auf diese Weise kann insbesondere bei baugleichen

5 Fördermitteln eine gleichzeitige Verschlechterung der Fördergenauigkeit vorteilhaft erkannt werden. Auch diese Überlegung spricht dafür, in einigen Ausführungsformen drei Fördermittel, nicht aber weniger, wie hierin beschrieben zu überprüfen. Aus dem vorliegenden technischen Umfeld bekannte  
10 Behälter weisen regelmäßig zwei baugleiche Fördermittel auf oder sind hiermit verbunden, i. d. R. aber nicht mehr als zwei.

So kann z. B. die Ultrafiltrationspumpe (sie ist angeordnet,  
15 um aus dem extrakorporalen Blutkreislauf oder Schlauchsatz Flüssigkeit durch Erzeugen von Druckdifferenz zu entziehen) als ein Fördermittel bei ihrer Überprüfung (wie zumeist auch sonst) mit maximaler Förderleistung fördern, da die Förderleistung bei diesem Pumpentyp regelmäßig nicht  
20 einstellbar ist. Die Natriumpumpe oder die Bicarbonatpumpe können hingegen einstellbar sein und damit an einem anderen Arbeitspunkt als z. B. die Ultrafiltrationspumpe betrieben werden. Eine gleichzeitige und gleichartige Verschlechterung der Fördergenauigkeit sowohl der Ultrafiltrationspumpe als  
25 auch der hiervon abweichend ausgestalteten Natriumpumpe oder Bicarbonatpumpe ist höchst unwahrscheinlich.

Ein Arbeitspunkt (auch: Betriebspunkt oder -zustand) kann ein bestimmter Punkt im Kennfeld oder auf der Kennlinie eines  
30 technischen Gerätes sein, der aufgrund der Systemeigenschaften und einwirkenden äußeren Einflüsse und Parameter eingenommen wird.

In manchen Ausführungsformen ist es vorgesehen, durch paarweisen Vergleich zwischen den drei Fördermitteln jenes Fördermittel zu identifizieren, welches gemessen an den  
5 anderen beiden Fördermitteln jene Ungenauigkeit aufweist, weshalb das erfindungsgemäße Verfahren zu dem Ergebnis gekommen ist, dass die Fördergenauigkeit nicht aller Fördermittel den Anforderungen genügt.

- 10 In einigen Ausführungsformen ist es vorgesehen, nach Erkennen jenes Fördermittels, dessen Fördergenauigkeit nicht den Anforderungen genügt, Behandlungsoptionen oder andere Abläufe an der Blutbehandlungsvorrichtung zu unterbinden, bei welcher das ungenau fördernde Fördermittel zum Einsatz kommen würde.  
15 Ein Alarm oder ein Hinweis kann ergänzend ergehen.

In einigen Ausführungsformen des Verfahrens wird ein akustischer und/oder optischer Alarm ausgegeben, sollte das Auswerten zu unzulässigen Ergebnissen führen. Hierzu zählt  
20 insbesondere das Verlassen vorbestimmter Grenzen, das Unterschreiten des unteren Grenzwerts oder Überschreiten des oberen Grenzwerts, das Verlassen eines zulässigen Wertebereichs und/oder das Übersteigen eines vorgegebenen Betrags.

- 25 Wird über eine Vielzahl von (mindestens zwei) Abläufen des erfindungsgemäßen Verfahrens zu verschiedenen Zeitpunkten hinweg eine schleichende oder zunehmende Verschlechterung der Fördergenauigkeit eines Fördermittels erkannt, so kann in  
30 einigen Ausführungsformen diesbezüglich ein Alarm oder eine Mitteilung ergehen.

So kann beispielsweise von der Blutbehandlungsvorrichtung eine Warnung oder ein Hinweis darauf ergehen, dass eine Wartung, Reparatur oder ein Austausch des Fördermittels von ungenügender Fördergenauigkeit ansteht. Auf diese Weise kann  
5 ein Austausch bereits beizeiten, d. h. vor seinem tatsächlich eintretenden, vollständigen Ausfall erfolgen, was wiederum vorteilhaft dazu beitragen kann, die Ausfallzeit der Blutbehandlungsvorrichtung zu reduzieren. Eine Wartung oder Reparatur des unzulänglichen Fördermittels kann frühzeitig in  
10 Planung genommen werden und damit, anders als eine als Reaktion erfolgende Wartung, nicht erst zur Unzeit, d. h. zu einem evtl. unpassenden Zeitpunkt, erfolgen.

Wird das erfindungsgemäße Verfahren, wie in manchen  
15 Ausführungsformen angedacht, z. B. vor jeder Behandlungssitzung, bei der die Blutbehandlungsvorrichtung eingesetzt wird, oder in beliebig engen Zeitabständen durchgeführt, so kann der Zeitpunkt, zu welchem eine Wartung oder Reparatur des unzulänglichen Fördermittels am besten in  
20 Angriff genommen werden sollte, vergleichsweise früh erkannt werden. Der Zeitpunkt, zu dem eine Störung des Betriebs der Blutbehandlungsvorrichtung aufgrund des unzulänglichen Fördermittels eintreten wird, kann vorteilhaft mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens unter Verwendung entsprechender  
25 Auswertung der erhobenen Messwerte oder Ergebnisse weitestgehend vorhersagbar werden.

In einigen Ausführungsformen werden die Ergebnisse des erfindungsgemäßen Verfahrens (als Auswertungsergebnisse, die  
30 Abweichung von einer tatsächlichen Fördertätigkeit, usw.) z. B. an der Blutbehandlungsvorrichtung (Display) oder auf

einem externen Monitor, Display oder der dergleichen dargestellt oder ausgedruckt.

In einigen Ausführungsformen werden die Ergebnisse oder  
5 zumindest die als relevant erkannten Ergebnisse des  
erfindungsgemäßen Verfahrens nach dessen Durchführung an der  
Blutbehandlungsvorrichtung wiederaufrufbar in einem  
Datenspeicher gespeichert. Dieser kann Teil der  
Blutbehandlungsvorrichtung sein und z. B. auf Wunsch  
10 ausgelesen werden. Der Datenspeicher kann alternativ auf  
einem externen Gerät vorliegen. So können Ergebnisse z. B. in  
ein Netzwerk eingespeist und dort gespeichert werden.  
Gegebenenfalls können die Ergebnisse dann von mehreren  
Geräten aus abgerufen werden.

15  
In manchen Ausführungsformen wird eine Wahrscheinlichkeit für  
das Auftreten einer Störung durch Fehlfunktion eines oder  
jedes Fördermittels nach bekannten Verfahren ermittelt und  
mitgeteilt, z. B. per Speicherung im auslesbaren  
20 Datenspeicher, per Display, Alarm, usw. Ergänzend oder  
alternativ hierzu kann der Zeitpunkt oder Zeitraum, zu dem  
bzw. in dem eine solche Störung vermutlich auftreten wird,  
ermittelt und mitgeteilt werden.

25 In einigen Ausführungsformen kommen zum Ermitteln u. a. der  
Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Störung durch  
Fehlfunktion eines Fördermittels oder dessen Zeitpunkt oder  
Zeitraum bekannte Verfahren der Trendanalyse zum Einsatz.

30 Die zum Ausführen der vorgenannten Ermittlung von  
Wahrscheinlichkeit, Zeitpunkt/Zeitraum und/oder der  
Darstellung und/oder Übermittlung der sich hieraus ergebenden

Ergebnisse erforderliche Hard- oder Software ist optional vorgesehen und entsprechend eingerichtet, konfiguriert und/oder programmiert.

- 5 Mittels Trendanalyse lassen sich Trends – also sich mittel- oder langfristig abzeichnende Entwicklungen – ermitteln und optional quantifizieren.

Bekannte Verfahren der Trendanalyse umfassen die einfache  
10 Mittelwertbildung, die Bestimmung gleitender Durchschnitte, das Ermitteln der kleinsten quadratischen Abweichung, das exponentielle Glätten erster Ordnung, usw.

In manchen Ausführungsformen des Verfahrens wird automatisch  
15 ein Korrekturfaktor für die Soll-Fördertätigkeit für mindestens eines der nicht ausreichend genau fördernden Fördermittel aus der Gruppe hinterlegt.

Eine optionale Korrektur kann eine Kompensation oder ein  
20 shift dergestalt sein, dass eine künftig angesteuerte Soll-Leistung pauschal oder um die mittels der vorliegenden Erfindung erkannte Abweichung zwischen tatsächlicher Fördertätigkeit und Soll-Fördertätigkeit erhöht wird, alternativ um einen anderen, geeigneten Faktor.

25

Eine optionale Korrektur kann das Korrigieren der Förderleistung umfassen. Hierunter kann das Beheben einer fehlerhaften Abweichung, etwa der erkannten Volumendifferenz, ermittelt durch eine Abweichung des Enddrucks von einem  
30 Erwartungswert eines der Fördermittel, zu verstehen sein, insbesondere das Erhöhen oder Senken der Förderleistung oder -tätigkeit bis zum Erreichen eines Sollwerts. Das Korrigieren

der Förderleistung kann beispielsweise durch einen Stelleingriff am Fördermittel oder am elektrischen Antrieb des Fördermittels erfolgen.

5 In manchen Ausführungsformen umfasst das Ansteuern eines Fördermittels ein Vorgeben der Soll-Fördertätigkeit an wenigstens eines der Fördermittel, oder für dieses, indem mindestens eine Schrittzahl und/oder ein Schrittwinkel vorgegeben werden, oder das Ansteuern besteht hieraus.

10

In einigen Ausführungsformen umfasst das Ansteuern eines Fördermittels ein Vorgeben der Soll-Fördertätigkeit an wenigstens eines der Fördermittel, oder für dieses, durch Vorgeben mindestens einer Anzahl an Hübe, oder besteht

15 hieraus.

In manchen Ausführungsformen umfasst das Ansteuern eines Fördermittels ein Vorgeben der Soll-Fördertätigkeit an wenigstens eines der Fördermittel, oder für dieses, indem

20 eine Förderdauer vorgegeben wird, oder besteht hieraus.

In manchen Ausführungsformen weist der Behälter wenigstens einen ersten und/oder einen zweiten Konzentratbehälter und/oder Abschnitte des Altwasserzweigs eines

25 Bilanziersystems einer Blutbehandlungsvorrichtung auf oder besteht hieraus. Ein Konzentratbehälter kann optional Saugstäbe zum Ansaugen von Konzentrat aufweisen.

In einigen Ausführungsformen umfasst der Behälter einen

30 Abschnitt in einer Flüssigkeitsleitung eines Dialysierflüssigkeitssystems oder besteht hieraus.

In manchen Ausführungsformen weist der Behälter wenigstens einen Leitungsabschnitt auf. Alternativ weist er mehrere miteinander in Fluidkommunikation stehende Leitungsabschnitte auf, die vorzugsweise Teil der Blutbehandlungsvorrichtung, insbesondere deren Dialysierflüssigkeitssystem, sind. Solche Leitungsabschnitte können derart miteinander in Fluidkommunikation stehen, dass sich ein in ihnen herrschender Fluidruck ungehindert innerhalb des Verbundes von Leitungen einstellen kann.

10

In einigen Ausführungsformen ist der Behälter ein Gefäß. Was hierin über den Behälter ausgeführt ist, gilt in diesen Ausführungsformen somit uneingeschränkt auch dessen Ausgestaltung als Gefäß.

15

In manchen Ausführungsformen ist optional wenigstens eines der Fördermittel aus der Gruppe eine Ultrafiltrationspumpe, optional eines eine Bicarbonatpumpe und/oder optional wenigstens eines eine Natriumpumpe.

20

In einigen Ausführungsformen ist wenigstens ein Fördermittel der Gruppe eine Verdrängerpumpe, insbesondere eine Membranpumpe, eine Exzentermembranpumpe, eine Zahnradpumpe oder eine Kolbenpumpe.

25

In manchen Ausführungsformen ist das erste, zweite und/oder dritte Fördermittel eine Membranpumpe, insbesondere eine Exzenter-Membranpumpe, eine Schlauchpumpe oder eine Rollenpumpe.

30

In einigen Ausführungsformen ist die Flüssigkeit Dialysierflüssigkeit.

Alleine aufgrund des Auswertens der Messwerte der ersten Druckmessung und der zweiten Druckmessung kann zunächst nicht bestimmt werden, ob eines der Fördermittel ungenau fördert und welche Beträge die Abweichungen aufweisen. Jedoch kann festgestellt werden, ob die Förderleistung z. B. des zweiten Fördermittels in unzulässigem Maß von der Förderleistung des ersten Fördermittels oder dritten Fördermittels abweicht.

10 Für das Verhältnis zwischen dem im Behälter jeweils vorliegenden Volumen und dem im Behälter dabei herrschenden Druck gilt am Beispiel des ersten Fördermittels:

$$P\_0 * V\_0 = P\_1 * (V\_0 - V\_1) \quad (1)$$

15

wobei wiederum gilt:

$P\_0$  ist der vorbestimmte Anfangsdruck, ein Absolutdruck;  $P\_0$  kann mittels der ersten Druckmessung mittels eines Absolutdruckmessers gemessen werden, er kann berechnet werden oder aus weiteren Umständen bekannt sein;

20  $P\_1$  ist der nach Beenden der Fördertätigkeit des ersten Fördermittels im Behälter herrschende Druck, hierin als erster Enddruck bezeichnet;

25  $V\_0$  ist das Anfangsvolumen, also das vom Inneren des Behälters umfasste Volumen, wenn in ihm der vorbestimmte Anfangsdruck  $P\_0$  herrscht;

30

V<sub>1</sub> ist das Anfangsvolumen abzüglich des vom ersten Fördermittel oder tatsächlich, d. h. effektiv, aus dem Behälter herausgeführten Volumens.

5 Das mittels des ersten Fördermittels herausgeführte Flüssigkeitsvolumen, das  $V_0 - V_1$  entspricht, könnte bei Kenntnis des Anfangsvolumen  $V_0$  somit aus obenstehender Formel (1) berechnet werden. Weicht das geförderte Volumen von jenem Volumen ab, das das Fördermittel gefördert haben  
10 müsste, wenn es die Soll-Fördertätigkeit erbracht hätte, so kann von einem Abweichen des Fördermittels oder von dessen Ungenauigkeit ausgegangen werden. Da der Behälter allerdings eine spezifische Compliance aufweist, weshalb sich sein Volumen mit Änderung des in ihm herrschenden Drucks ändert,  
15 können die tatsächlichen Werte von den Erwartungswerten, die sich z. B. aus Formel (1) ergeben, jedoch abweichen. Diesem Umstand wird erfindungsgemäß z. B. dadurch Rechnung getragen, dass ein und derselbe Behälter zur Überprüfung mit drei Fördermitteln auf vorbestimmte Weise und damit vergleichbar  
20 befüllt und mittels Fördermittel teilweise geleert wird. Der Einfluss z. B. der Compliance des Behälters wird bei diesem Vorgehen eliminiert. Sein Volumen muss nicht bekannt sein.

Aus vorstehenden Überlegungen ergibt sich, dass bereits die  
25 Auswertung der mittels der drei Fördermittel jeweils erzielten Enddrücke  $P_1$ ,  $P_2$  und  $P_3$  die Frage beantworten kann, ob eines oder mehrere der drei Fördermittel mit einer Ungenauigkeit fördert, welche mit Blick auf die anderen beiden Fördermittel zu hoch ist, usw.

30

Dies könnte dann der Fall sein, wenn etwa die Differenz zwischen zwei der Enddrücken (z. B.  $P_1$  und  $P_3$ ) innerhalb

eines Grenzwertfensters liegt, eine andere Differenz zwischen zwei Enddrücken (z. B.  $P_1$  und  $P_2$ ) jedoch nicht. So könnte von einer nicht ausreichenden Genauigkeit eines der drei Fördermittel ausgegangen werden, wenn die Differenz zwischen  
5 zwei Enddrücken größer ist als zulässig. Zu ähnlichen Ergebnissen kann man kommen, wenn anstelle der Differenz zweier Enddrücke deren Summe, Quotient oder Produkt betrachtet wird. Dasselbe gilt für mathematische Beziehungen, die unter Einbeziehung einer solchen Differenz, Summe,  
10 Produkt oder Quotient aufgestellt werden und optional überdies z. B. eine Konstante umfassen.

Zu ähnlichen Schlüssen kommt man, werden jeweils nicht Absolutdrücke (hier: Enddrücke), sondern relative Werte, hier  
15 Druckdifferenzen, gebildet aus Anfangsdruck und Enddruck, betrachtet.

Die - auf das erste Fördermittel bezogene - erste Druckdifferenz  $\Delta P_1$  ergibt sich hier zu

20

$$\Delta P_1 = P_0 - P_1 \quad (2)$$

Analog hierzu gelten für das zweite Fördermittel die vorstehenden Formeln (1) und (2), wobei statt  $P_1$  und  $\Delta P_1$   
25 vielmehr  $P_2$  bzw.  $\Delta P_2$  zu verwenden sind.  $P_0$  und  $V_0$  gelten hingegen auch für die Überprüfung des zweiten Fördermittels, da hier davon ausgegangen wird, dass vor der Überprüfung des zweiten Fördermittels der Druck im Behälter erneut auf den vorbestimmten Druck  $P_0$  eingestellt wird. Dies ist  
30 allerdings eine optionale Ausführungsform. Es kann erfindungsgemäß auch von voneinander abweichenden

Anfangsdruckwerten, sofern jeweils bekannt, ausgegangen werden.

Wie schon für das zweite Fördermittel gelten vorstehende

5 Formeln (1) und (2) auch für das dritte Fördermittel, wobei hierfür statt  $P_1$  und  $\Delta P_1$  diesmal  $P_3$  bzw.  $\Delta P_3$  zu verwenden sind.  $P_0$  und  $V_0$  gelten wiederum auch für die Überprüfung des dritten Fördermittels.

10 Die auf diese Weise ermittelte erste Druckdifferenz, zweite Druckdifferenz und dritte Druckdifferenz können miteinander verglichen werden, etwa wie exemplarisch in der Diskussion der Figuren beschrieben.

15 Alternativ zur vorstehend genannten Berechnung der Fördergenauigkeit mittels Druckdifferenz kann Ersterer mittels einer jeweils erneut berechneten Compliance überprüft werden. Ein hierfür beispielhaftes Vorgehen wird im Folgenden gezeigt:

20

Bei Kenntnis sowohl des - z. B. mittels der ersten Druckmessung überprüften oder ermittelten - vorbestimmten Anfangsdrucks  $P_0$  als auch z. B. des mittels der zweiten Druckmessung ermittelten Enddrucks  $P_1$ , welcher im Behälter

25 nach dem Herausfördern des vorbestimmten Flüssigkeitsvolumens  $\Delta V$  herrscht, lässt sich die Compliance  $C$  des Behälters berechnen.

$$C = \Delta V / \Delta P \quad (3)$$

30

Da die mittels des ersten bis dritten Fördermittels jeweils erzielte Druckdifferenz bei intakten und gleichermaßen genau

fördernden Fördermitteln in etwa gleich sein sollte, und da bei solchen Fördermitteln jeweils ferner die Druckdifferenz, die sich durch das Herausfördern von in etwa gleich großen Fördervolumina ergeben, in etwa gleich sind, gilt für die

5 erste Compliance

$$C\_1 = \Delta V / (P\_0 - P\_1),$$

für die mittels des zweiten Fördermittels ermittelte zweite

10 Compliance

$$C\_2 = \Delta V / (P\_0 - P\_2)$$

und für die mittels des dritten Fördermittels ermittelte

15 dritte Compliance

$$C\_3 = \Delta V / (P\_0 - P\_3).$$

Sollten alle drei Fördermittel intakt sein und mit

20 vergleichbarer Genauigkeit fördern, so sollten die drei errechneten Werte für die Compliances  $C\_1$ ,  $C\_2$  und  $C\_3$  gleich sein, jedenfalls nicht unzulässig weit auseinander liegen.

Liegen hingegen zwei Compliances unzulässig weit auseinander, was entweder absolut, oder relativ zu einer anderen Differenz aus zwei der drei Compliances, ermittelt werden kann, so darf von in unzulässigem Maße voneinander abweichenden effektiven Fördervolumina ausgegangen werden, da der Behälter eine unveränderliche Compliance aufweisen sollte. Weitere

30 Berechnungen können sich an dieser Stelle vorteilhafterweise erübrigen.

Tatsächlich könnte mittels der Definition der Compliance nach Gleichung (3) das  $\Delta V$  eines Fördermittels ermittelt werden, aus dem bei Vergleich zwischen der Soll-Fördertätigkeit und der tatsächliche Fördertätigkeit der Fördervolumenfehler des betrachteten Fördermittels berechnet werden kann. Eine solche qualitative Berechnung des Fördervolumenfehlers ist erfindungsgemäß jedoch nicht erforderlich. Eine qualitative Ermittlung, die sich aus einfachen Kreuzvergleichen ergeben kann, kann genügen, wodurch sich Aufwand einsparen lässt.

Eine Fördertätigkeit kann diskontinuierlich oder kontinuierlich erfolgen. Unter diskontinuierlichem Fördern kann ein Fördern mittels wiederholter Pumpenhübe verstanden werden, wobei die Förderung während eines einzelnen Pumpenhubs wiederum kontinuierlich erfolgt.

Beispiele für diskontinuierlich fördernde Fördermittel sind Membranpumpen und Kolbenpumpen. Die Fördertätigkeit wird bei diesen Pumpen, die ein konstantes Hubvolumen aufweisen müssen, durch die Hubanzahl pro Zeiteinheit eingestellt. Ein gewünschtes Fördervolumen wird durch eine bestimmte Anzahl von Förderhüben gefördert. Dabei soll das kumulierte Fördervolumen jeweils für alle Pumpen gleich sein.

Beispielsweise fördert das erste Fördermittel in seinem Arbeitspunkt pro Hub 1,3 ml, das zweite Fördermittel jedoch pro Hub nur 0,65 ml. In diesem Fall könnte das zweite Fördermittel zwei Hübe fördern, um auf die gewünschten 1,3 ml zu kommen.

Es ist vorzugsweise dafür Sorge zu tragen, dass alle Fördermittel jeweils dasselbe Volumen pro Hub fördern, auch

bei unterschiedlichen Schlagvolumina. Beispielsweise fördert die Ultrafiltrationspumpe pro Hub 1,3 ml. Dann muss vorzugsweise die Natriumpumpe pro Zyklus insgesamt auch 1,3 ml fördern, wobei diese einmal 1,3 ml/Hub oder zweimal  
5 0,65 ml/Hub pro Zyklus fördern kann.

Ein weiteres Beispiel für ein diskontinuierlich förderndes Fördermittel ist eine Pumpe mit einem Schrittmotor, der schrittweise, also diskontinuierlich, arbeitet. Die  
10 Förderarbeit kann bei einer solchen Pumpe beispielsweise mittels einer Steuer- und Recheneinheit durch Vorgeben eines Schrittwinkels pro Förderschritt und einer Schritttanzahl pro Zeiteinheit an den Schrittmotor eingestellt werden. Ein bestimmtes Fördervolumen kann bei einer solchen Pumpe  
15 beispielsweise mittels einer Steuer- und Recheneinheit durch Vorgeben eines Schrittwinkels pro Förderschritt und einer Schritttanzahl an den Schrittmotor eingestellt werden. Allerdings ist es für eine genaue Förderung vorteilhaft, dass die Pumpe okkludierend arbeitet, so dass es nicht zu  
20 Rückströmungen kommen kann.

Eine kontinuierliche Förderung eines bestimmten Fördervolumens mit einer Zahnradpumpe kann beispielsweise durch Vorgeben einer Drehzahl und einer Förderzeit an einen  
25 kontinuierlich drehenden Antriebsmotor, beispielsweise einen bürstenlosen Gleichstrommotor, mittels einer der Steuer- und Recheneinheit eingestellt werden.

Da mit der erfindungsgemäßen Blutbehandlungsvorrichtung das  
30 hierin beschriebene erfindungsgemäße Verfahren durchführbar und die Behandlungsvorrichtung mittels ihrer Steuervorrichtung zu seinem Ausführen konfiguriert ist, wird

zur Vermeidung von Wiederholungen auf die vorstehend beschriebenen Ausführungen zu selbigem verwiesen.

In manchen Ausführungsformen fördert, während das  
5 erfindungsgemäße Verfahren abläuft oder als Schritt des Verfahrens, keines der drei Fördermittel in den Behälter hinein.

In einigen Ausführungsformen fördert keines der drei  
10 Fördermittel in den Behälter hinein, es sei denn, dies dient zum vollständigen Auffüllen des Behälters mit Flüssigkeit.

In manchen Ausführungsformen fördert keines der drei  
Fördermittel in den Behälter hinein, es sei denn, dies dient  
15 dem Einstellen des vorbestimmten Anfangsdrucks, bevor das in Frage stehende Fördermittel angesteuert wird zum Erbringen der zum Herausfordern des vorbestimmten Flüssigkeitsvolumens erforderlichen Soll-Fördertätigkeit.

20 In einigen Ausführungsformen fördert jedes der Fördermittel im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgehend von stets demselben Anfangsdruck. Ein Erhöhen des Drucks im Behälter mittels der Fördermittel ist in diesen Ausführungsformen nicht vorgesehen.

25 Mit dem Überprüfen der Pumpgenauigkeit ist in einigen Ausführungsformen ein Überprüfen dahingehend gemeint, ob ein eingestelltes Pumpvolumen, also das Soll- oder Zielvolumen, dem effektiv geförderten Volumen entspricht, jedenfalls im  
30 Vergleich mit der Genauigkeit von weiteren, ebenfalls betrachteten Fördermitteln.

Der Behälter ist bei der Überprüfung der drei Fördermittel in manchen Ausführungsformen stets derselbe. Der in ihm herrschende Anfangsdruck kann bei Beginn der Fördertätigkeit eines jeden der drei Fördermittel stets derselbe sein, dies  
5 ist jedoch nicht zwingend der Fall.

In einigen Ausführungsformen werden keine Absolutwerte eines einzelnen Drucks betrachtet, sondern Relativwerte von Drücken oder Differenzen zwischen Drücken. Differenzen zwischen  
10 Drücken, etwa die Differenz zwischen einem Anfangsdruck und einem Enddruck, wird in manchen Ausführungsformen für jedes der drei Fördermittel berechnet.

Wenn hierin von einem Messen eines Drucks die Rede ist, so  
15 kann sich dieser Begriff in einigen Ausführungsformen auch auf das Ermitteln des gesuchten Drucks erstrecken, etwa indem der Druck aus vorliegenden Größen errechnet wird.

Eine Behandlungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung  
20 kann, ohne darauf beschränkt zu sein, zum Durchführen einer Blutbehandlung, insbesondere einer Hämodialyse, einer Hämofiltration, einer Hämodiafiltration oder einem Separationsverfahren geeignet und/oder konfiguriert sein.

25 Mittels mancher erfindungsgemäßer Ausführungsformen können einer oder mehrere der hierin genannten Vorteile erzielbar sein, zu welchen Folgende zählen:

Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, dass ein  
30 Blutbehandlungsgerät in die Lage versetzt wird, die Überprüfung auf ausreichende Genauigkeit der Fördertätigkeit seiner Fördermittel automatisch durchzuführen. Der Einsatz

eines qualifizierten Servicetechnikers oder eines Anwenders ist hierzu nicht erforderlich oder kann auf gelegentliche Überprüfung beschränkt werden, was auch für Einsparung von Kosten beitragen kann.

5

Zudem können Abweichungen in der Fördertätigkeit eines Fördermittels, die zwischen Besuchen des qualifizierten Servicetechnikers oder Überprüfungen des Anwenders erstmals auftreten, frühzeitig, etwa im Rahmen einer täglichen

10 Routineüberprüfung, erfasst werden.

Dabei ist es ohne weitere Überprüfung möglich, festzustellen, welches der überwachten Fördermittel eine Abweichung in der Fördertätigkeit aufweist.

15

Ein weiterer Vorteil ist die Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit einer gattungsgemäßen Blutbehandlungsvorrichtung. Der Anwender wird erfindungsgemäß nicht mit der Überprüfung und Korrektur der Förderleistung

20 von Fördermitteln belastet. Ausfallzeiten der

Blutbehandlungsvorrichtung während des Einsatzes eines qualifizierten Servicetechnikers zur Überprüfung, etwa mittels Wiegens oder Einsatzes von Messzylindern, sind nicht oder seltener erforderlich. Dazu kann eine automatische

25 Korrektur der Fördereinstellungen des zu ungenau arbeitenden Fördermittels erfolgen.

Zudem kann der Aufwand, der bei der Überprüfung der ausreichenden Fördergenauigkeit betrieben werden muss,

30 vorteilhaft gering sein. So ist keine übermäßige Anforderung an die Genauigkeit etwa der Druckmessung zu stellen. Es genügt, im Vergleich der drei Fördermittel miteinander

sicherzustellen, dass die Fördertätigkeiten aller Fördermittel jeweils in einem vertretbaren Bereich liegen.

Da das erfindungsgemäße Vorgehen auf einem definierten  
5 Befüllen eines Behälters aufbaut, welcher in der Praxis aus anderen Gründen als der Überprüfung der Fördermitteln ohnehin zu füllen sein wird, kann ein Teil der an sich erforderlichen Arbeit für die Implementierung des vorliegenden Verfahrens vorteilhaft entfallen: zumindest das erstmalige Befüllen  
10 dürfte in vielen praktischen Anwendungen bereits ohnehin erfolgt sein.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht, die Fördervolumina der Pumpen ohne großen zusätzlichen Aufwand zu überprüfen.  
15 Damit können auch eventuell aufgetretene Schäden, die den Pumpbetrieb beeinflussen können, z. B. abgelöste Membranen beispielsweise bedingt durch Alterungsprozesse, ermittelt werden, was insbesondere bei Exzentermembranpumpen relevant ist. Die Anzahl aufwändiger Tests der Pumpen durch einen  
20 Servicetechniker kann somit vorteilhafterweise reduziert werden oder ganz entfallen.

Ein weiterer Vorteil kann somit in der Erhöhung der Zuverlässigkeit der Blutbehandlungsvorrichtung liegen, denn  
25 je genauer die Fördermittel der Blutbehandlungsvorrichtung fördern, desto sicherer für den Patienten kann diese arbeiten.

Schließlich kann von Vorteil sein, dass mittels der  
30 vorliegenden Erfindung Fördermittel überprüft werden können, auch wenn in der Blutbehandlungsvorrichtung keine Mischkammer, insbesondere keine Mischkammer mit eigener

Überwachungssensorik, die man zur Überprüfung der Fördermittel nutzen könnte, vorgesehen ist, wie dies in einigen Ausführungsformen der Fall sein kann.

- 5 Im Folgenden wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsformen derselben unter Bezugnahme auf die angehängte Zeichnung beschrieben. Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Blutbehandlungsvorrichtung werden am Beispiel einer Hämodialysevorrichtung beschrieben.
- 10 Das erfindungsgemäße Verfahren kann in gleicher Weise aber auch bei anderen Blutbehandlungsvorrichtungen, beispielsweise einer Hämodiafiltrationsvorrichtung, Verwendung finden. In den Figuren gilt:

- 15 **Fig. 1** zeigt Teile eines Flussdiagramms eines Dialysierflüssigkeitssystems einer erfindungsgemäßen Blutbehandlungsvorrichtung;
- Fig. 1a** zeigt einen Ausschnitt aus Fig. 1, welcher auf den  
20 in Fig. 1 gezeigten Behälter beschränkt ist;
- Fig. 1b** zeigt die Teile des Flussdiagramms aus Fig. 1 mit einer Verdeutlichung einer Befüllung;
- 25 **Fig. 2** zeigt einen exemplarischen Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens in einem Druck-Zeit-Diagramm;
- Fig. 3a** zeigt einen exemplarischen Ablauf des  
30 erfindungsgemäßen Verfahrens einer weiteren Ausführungsform, in welcher Druckdifferenzen betrachtet werden; und

**Fig. 3b** zeigt einen exemplarischen Ablauf des  
erfindungsgemäßen Verfahrens einer weiteren  
Ausführungsform, in welcher zur Auswertung  
5 errechnete Compliances betrachtet werden.

**Fig. 1** zeigt Teile eines Flussdiagramms eines  
Dialysierflüssigkeitssystems 1 (auch als Hydraulik  
10 bezeichnet) einer erfindungsgemäßen  
Blutbehandlungsvorrichtung 100.

Im Dialysierflüssigkeitssystem 1 sind eine Vielzahl von  
Pumpen, Ventilen, Aktoren, Sensoren und weiteren Bauteilen  
15 vorhanden. Sie alle können unabhängig voneinander mit der  
Steuer- oder Regelvorrichtung 29 in Signalverbindung stehen  
und optional von dieser angesteuert und/oder ausgelesen  
werden.

20 Zu den vorstehend genannten Pumpen zählen u. a. die  
Bicarbonatpumpe, die hier exemplarisch als erstes  
Fördermittel F1 angesehen wird. Weiter ist mit F2 die  
Natriumpumpe bezeichnet, die hier als zweites Fördermittel  
betrachtet wird, und mit F3 die Ultrafiltrationspumpe, die  
25 das dritte Fördermittel darstellt.

Die Fördermittel F1, F2, F3 liegen in Fluidkommunikation  
miteinander in das Dialysierflüssigkeitssystem 1 eingebunden.  
Sie sind mittels der in für die Fig. 1a extrahierten und  
30 darin fett dargestellten Leitungen miteinander fluidisch  
verbunden. Die sie verbindenden Leitungen sind einerseits  
durch die Fördermittel F1, F2 F3 und andererseits durch

Ventile V03, V05, V07, V09, V11, V25 von einem Äußeren fluidisch getrennt. Das mittels der vorstehend genannten Fördermittel F1, F2, F3 und Ventile V03, V05, V07, V09, V11, V25 begrenzte Volumen ergibt somit ein abgeschlossenes Gefäß  
5 oder einen Verbund von abgeschlossenen, aber miteinander kommunizierenden Leitungen, insbesondere Leitungsabschnitten, oder Gefäßen, und wird hierin als Behälter bezeichnet. Andere Bezeichnungen, etwa Volumen, Aufnahmeabschnitt für Flüssigkeit, usw. wären im Rahmen der vorliegenden Erfindung  
10 anstelle von „Behälter“ ebenfalls vorstellbar.

Der Behälter, der in Fig. 1a unter Weglassen jener Elemente aus Fig. 1, die am Zustandekommen seines abgeschlossenen Volumens nicht beteiligt sind, gezeigt ist, wird hierin als  
15 Behälter 71 bezeichnet, siehe Fig. 1a.

Die drei Fördermittel F1, F2 und F3 sind mit Bezug auf den Behälter 71 derart angeordnet, dass sie die Flüssigkeit, die sich im Behälter 71 befindet, aus diesem herausfördern  
20 können, was sie bei Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens nacheinander auch tun.

Der im Behälter herrschende Druckmesser, mittels welchem z. B. die erste und die zweite Druckmessung erfolgen können,  
25 ist in Fig. 1 mit S07 bezeichnet. Dieser Drucksensor kann wie jeder andere verwendete Drucksensoren optional die höchste Messgenauigkeit aller im Behälter messenden Druckmesser aufweisen. Andere Druckmesser als der hier bezeichnete Drucksensor S07 kommen alternativ ebenfalls in Frage. Der  
30 eingesetzte Druckmesser kann ein Analog-Digital-Converter (ADC) sein.

**Fig. 1a** zeigt den Behälter, der bereits in Fig. 1 gezeigt ist. Nicht am Zustandekommen des abgeschlossenen Behälters 71 in Fig. 1 gezeigte Bauteile sind zur besseren Übersicht in Fig. 1a nicht erneut gezeigt.

5

**Fig. 1b** zeigt die Teile des Flussdiagramms aus Fig. 1. Die Fig. 1b verdeutlicht durch die eingezeichneten Pfeile ein erstmaliges Befüllen des Behälters 71 derart, dass in ihm vorzugsweise nur Flüssigkeit, nicht aber auch Gas vorliegt.

10 Dies kann mittels einer Flüssigkeitsquelle 73, welche ebenfalls in Fluidverbindung mit dem Behälter 71 steht, erfolgen. Dasselbe gilt für ein erneutes Auffüllen, nachdem das erste oder zweite Fördermittel F1, F2 bei Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens jeweils ein Fördervolumen aus  
15 dem Behälter 71 herausgefördert haben.

In manchen Ausführungsformen kann das Auffüllen optional auch aus einer externen Quelle, beispielsweise einem Flüssigkeitsbeutel, erfolgen.

20

Durch das Befüllen wird ein Anfangsdruck innerhalb des Behälters definiert, der über die Verwendung der Flüssigkeitsquelle 73, alternativ oder ergänzend beispielsweise auch über das Ventil V11, insbesondere wenn  
25 die Füllung über eine Pumpe undefiniert erfolgt ist, geregelt bzw. eingestellt werden kann. In der Fig. 1b erfolgt das Befüllen durch Öffnen des Ventils V09. Dasselbe gilt auch für ein erneutes Auffüllen, wie oben beschrieben. Hierbei sind die anderen Ventile, die den Behälter 71 begrenzen, optional  
30 geschlossen.

Optional kann hierfür jedes an den Behälter 71 angeschlossene Ventil zur Füllung geöffnet und wieder geschlossen werden, hierbei sind die jeweils anderen Ventile des Behälters 71 vorzugsweise geschlossen.

5

**Fig. 2** zeigt einen exemplarischen Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens in einem Druck [P] über der Zeit [t]-Diagramm.

- 10 Das Verfahren beginnt bei  $t_0$ , nachdem der Anfangsdruck  $P_0$  (oder: Ausgangsdruck) im Behälter 71 eingestellt ist, was mittels der Flüssigkeitsquelle 73 erfolgen und ggf. mittels des Druckmessers S07 überprüft werden kann.
- 15 Zum Zeitpunkt  $t_1$  fördert das erste Fördermittel F1 gemäß der angesteuerten Fördertätigkeit Flüssigkeit aus dem Behälter 71 heraus, weshalb der Druckmesser S07 oder ein anderer Drucksensor nach Beendigung des Herausförderns mittels des ersten Fördermittels einen erfolgten Abfall des im
- 20 Behälter 71 herrschenden Drucks auf  $P_1$ , den ersten Enddruck, feststellt.

- Nach dem Herausfördern von Flüssigkeit durch das erste Fördermittel F1, und nachdem der hierdurch im Behälter 71
- 25 resultierende Druck  $P_1$  festgestellt wurde, wird der Druck erneut auf den Anfangsdruck  $P_0$  eingestellt.

- Zum Zeitpunkt  $t_2$  fördert nun das zweite Fördermittel F2, weshalb sich ein gegenüber dem Anfangsdruck  $P_0$  verringerter
- 30 Druck  $P_2$  als neuer, zweiter Endwert im Behälter 71 einstellt.

Nach erneutem Befüllen des Behälters 71 derart, dass wieder der Anfangsdruck  $P_0$  herrscht, fördert schließlich das dritte Fördermittel F3 Flüssigkeit aus dem Behälter 71 heraus, was zu einem neuen, dritten Enddruck  $P_3$  führt.

5

Das Auswerten der drei Enddrücke  $P_1$ ,  $P_2$  und  $P_3$  ergibt, dass zwar der  $P_1$  und  $P_2$  recht eng beieinander liegen, nicht aber auch der dritte Enddruck  $P_3$ .

- 10 Da der Behälter 71 während der Überprüfung der drei Fördermittel F1, F2 und F3 eine unveränderte Compliance aufgewiesen und ein unverändertes Flüssigkeitsvolumen (hier bei exemplarisch stets identischem Anfangsdruck  $P_0$ ) umfasst hat, hat das zweite Fördermittel F2 geringfügig weniger
- 15 Flüssigkeit aus dem Behälter 71 herausgefördert als das erste Fördermittel F1, jedoch deutlich mehr als das dritte Fördermittel F3.

- Die Auswertung der drei Enddrücke  $P_1$ ,  $P_2$  und  $P_3$  kann nun
- 20 beispielsweise in der Beantwortung der Frage liegen (oder dies umfassen), ob diese drei Enddrücke innerhalb eines vorbestimmten Grenzwertfensters 91 liegen oder nicht. Liegen sie alle innerhalb des zulässigen Grenzwertfensters 91, so kann für diesen Fall beispielsweise festgestellt werden, dass
- 25 die Fördergenauigkeit keines der drei Fördermittel F1, F2 und F3 von einem zulässigen Maß abweicht. Wäre die Spreizung zwischen zwei beliebigen Enddruckwerten  $P_1$ ,  $P_2$  und  $P_3$  jedoch größer als die Breite des Grenzwertfensters 91, so dass nicht alle drei Enddrücke  $P_1$ ,  $P_2$  und  $P_3$  von diesem
- 30 umfasst sein könnten, so würde man von einer unzulässigen Abweichung wenigstens eines der drei Fördermittel ausgehen. Möglicherweise hat das dritte Fördermittel F3 mehr gefördert

als es sollte. Ein Alarm könnte für diesen Fall vorgesehen sein. Ein solcher Alarm könnte bereits den Hinweis umfassen, welches der Fördermittel F1, F2 und F3 hinsichtlich seiner Genauigkeit von den anderen beiden Fördermitteln abweicht.

5

Von Bedeutung ist hierbei, dass a priori nicht festgelegt werden muss, wo das Grenzwertfenster zu liegen hat, d. h. welcher absolute Druckwert seine untere Grenze bestimmt, und welcher absolute Druckwert seine obere Grenze bestimmt. Es

10

genügt festzulegen, wie weit der Enddruck eines der Fördermittel vom Enddruck eines der anderen beiden Fördermittel abweichen darf. Änderungen, die das Volumen des Behälters betreffen, die Compliance des Behälters, die sich z. B. nach Austausch einer Leitung im Zuge einer Wartung oder Reparatur ändern kann, usw. haben auf das erfindungsgemäße Verfahren keinen Einfluss. Solche Änderungen müssen dem System nicht mitgeteilt werden, was den Aufwand etwa nach einer Wartung vorteilhaft gering halten hilft.

15

20

**Fig. 3a** zeigt die Grundlage für eine alternative Auswertung, basierend auf den zu Fig. 3 angenommenen Enddrücken  $P_1$ ,  $P_2$  und  $P_3$ . Bei dieser alternativen Auswertung wird nicht die relative Lage der drei Enddrücke, sondern die relative Lage der drei Druckdifferenzen  $\Delta P_1$ ,  $\Delta P_2$ ,  $\Delta P_3$  zueinander

25

betrachtet. Es sind hier also die Druckdifferenzen, die miteinander verglichen werden, die sich jeweils als Differenz des Anfangsdrucks  $P_0$  und dem jeweiligem Enddruck ergeben. Zu erkennen ist erneut, dass eine Druckdifferenz, nämlich jene mit dem dritten Fördermittel F3 erzielte, ausreißt.

30

**Fig. 3b** zeigt die Grundlage für wiederum eine weitere alternative Auswertung, basierend auf den zu Fig. 3

angenommenen Enddrücken  $P_1$ ,  $P_2$  und  $P_3$ . Bei dieser alternativen Auswertung wird nicht die relative Lage der drei Enddrücke, sondern die relative Lage der drei Compliances  $C_1$ ,  $C_2$  und  $C_3$  zueinander betrachtet. Es sind hier also die  
5 wie vorstehend erläutert berechneten Compliances, die miteinander verglichen werden. Sie sollte innerhalb von zulässigen Toleranzen gleich groß sein. Zu erkennen ist erneut, dass eine Compliance  $C$ , nämlich jene für das Herausfordern mit dem dritten Fördermittel  $F_3$  berechnete,  
10 ausreißt.

Die Auswertung kann für die in Fig. 3a und 3b gezeigten Ausführungsformen wie hierin beschrieben erfolgen.

**Bezugszeichenliste**

|    |              |                                                                   |
|----|--------------|-------------------------------------------------------------------|
|    | 100          | Blutbehandlungsvorrichtung                                        |
| 5  | 1            | Dialysierflüssigkeitssystem                                       |
|    | 29           | Steuer- oder Regelvorrichtung                                     |
|    | 71           | Behälter                                                          |
|    | 73           | Flüssigkeitsquelle                                                |
|    | 91           | Grenzwertfenster                                                  |
| 10 |              |                                                                   |
|    | F1           | erstes Fördermittel, hier exemplarisch: Bicarbonatpumpe           |
|    | F2           | zweites Fördermittel, hier exemplarisch: Natriumpumpe             |
|    | F3           | drittes Fördermittel, hier exemplarisch:<br>Ultrafiltrationspumpe |
| 15 |              |                                                                   |
|    | S07          | Druckmesser                                                       |
|    | V03          | Ventil                                                            |
|    | V05          | Ventil                                                            |
|    | V07          | Ventil                                                            |
| 20 | V09          | Ventil                                                            |
|    | V11          | Ventil                                                            |
|    | V25          | Ventil                                                            |
|    |              |                                                                   |
|    | H21          | erster Konzentratbehälter                                         |
| 25 | H22          | zweiter Konzentratbehälter                                        |
|    |              |                                                                   |
|    | P_0          | Anfangsdruck oder Ausgangsdruck                                   |
|    | P_1          | erster Enddruck                                                   |
|    | P_2          | zweiter Enddruck                                                  |
| 30 | P_3          | dritter Enddruck                                                  |
|    |              |                                                                   |
|    | $\Delta P_1$ | erste Druckdifferenz                                              |

$\Delta P_2$         zweite Druckdifferenz

$\Delta P_3$         dritte Druckdifferenz

C            Compliance

5    C<sub>1</sub>        erste Compliance

C<sub>2</sub>        zweite Compliance

C<sub>3</sub>        dritte Compliance

t            Zeit

## Ansprüche

1. Verfahren zum Überprüfen der Fördergenauigkeit von Fördermitteln aus einer Gruppe von Fördermitteln, welche  
5 aus einem ersten Fördermittel (F1), einem zweiten Fördermittel (F2) und einem dritten Fördermittel (F3) einer Blutbehandlungsvorrichtung (100) zur extrakorporalen Blutbehandlung besteht,
- 10 mit den Schritten
- a) Bereitstellen eines vollständig mit Flüssigkeit befüllten Behälters (71), der in Fluidverbindung mit jedem Fördermittel (F1, F2, F3) aus der Gruppe  
15 von Fördermitteln (F1, F2, F3) steht;
- b) Einstellen eines vorbestimmten Anfangsdrucks ( $P_0$ ) im Behälter (71) oder Messen des im Behälter (71) herrschenden Drucks mittels einer ersten  
20 Druckmessung und Festlegen des gemessenen Drucks als Anfangsdruck ( $P_0$ );
- c) Ansteuern eines Fördermittels (F1, F2, F3) der Gruppe, die zum Herausfordern eines vorbestimmten Flüssigkeitsvolumens aus dem Behälter (71) für  
25 dieses Fördermittel erforderliche Soll-Fördertätigkeit zu erbringen;
- d) Messen des nach Abschluss der Fördertätigkeit des  
30 Fördermittels (F1, F2, F3) im Behälter (71) herrschenden Drucks mittels einer zweiten

Druckmessung und Festlegen des gemessenen Drucks  
als Enddruck ( $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ),

5 wobei die Folge der Schritte a) bis d) nacheinander mit  
jedem Fördermittel ( $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ) aus der Gruppe  
durchgeführt wird, wodurch für das Herausfördern mittels  
des ersten Fördermittels ( $F_1$ ) ein erster Enddruck ( $P_1$ )  
und optional weiter eine erste Druckdifferenz ( $\Delta P_1$ ) als  
Differenz zwischen dem Anfangsdruck ( $P_0$ ) und dem ersten  
10 Enddruck ( $P_1$ ) und/oder optional weiter eine erste  
Compliance ( $C_1$ ) ermittelt werden,

wodurch für das Herausfördern mittels des zweiten  
Fördermittels ( $F_2$ ) ein zweiter Enddruck ( $P_2$ ) und  
15 optional weiter eine zweite Druckdifferenz ( $\Delta P_2$ ) als  
Differenz zwischen dem Anfangsdruck ( $P_0$ ) und dem  
zweiten Enddruck ( $P_2$ ) und/oder optional weiter eine  
zweite Compliance ( $C_2$ ) ermittelt werden, und

20 wodurch für das Herausfördern mittels des dritten  
Fördermittels ( $F_3$ ) ein dritter Enddruck ( $P_3$ ) und  
optional weiter eine dritte Druckdifferenz ( $\Delta P_3$ ) als  
Differenz zwischen dem Anfangsdruck ( $P_0$ ) und dem  
dritten Enddruck ( $P_3$ ) und/oder optional weiter eine  
25 dritte Compliance ( $C_3$ ) ermittelt werden,

ferner mit dem Schritt:

e) Auswerten

30

- mindestens des ersten Enddrucks ( $P_1$ ), des zweiten Enddrucks ( $P_2$ ) und des dritten Enddrucks ( $P_3$ ), oder
- 5        - mindestens der ersten Druckdifferenz ( $\Delta P_1$ ), der zweiten Druckdifferenz ( $\Delta P_2$ ) und der dritten Druckdifferenz ( $\Delta P_3$ ), oder
- 10       - mindestens der ersten Compliance ( $C_1$ ), der zweiten Compliance ( $C_2$ ) und der dritten Compliance ( $C_3$ )

auf Abweichung einer tatsächlichen Fördertätigkeit des ersten, zweiten und/oder dritten Fördermittels ( $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ) von der jeweils angesteuerten Soll-Fördertätigkeit.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Auswerten jeweils unter Erhalt eines Maßes für die Abweichung der tatsächlichen Fördertätigkeit des ersten, zweiten und/oder dritten Fördermittels ( $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ) von der jeweils angesteuerten Soll-Fördertätigkeit erfolgt.

3. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das Auswerten unter Vergleich des ersten bis dritten Enddrucks ( $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ), oder der ersten bis dritten Druckdifferenz ( $\Delta P_1$ ,  $\Delta P_2$ ,  $\Delta P_3$ ), oder der ersten bis dritten Compliance ( $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ) miteinander erfolgt oder hieraus besteht.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das Auswerten umfasst oder besteht aus:

Ermitteln, ob sowohl der erste Enddruck ( $P_1$ ), der  
zweite Enddruck ( $P_2$ ) als auch der dritte  
Enddruck ( $P_3$ ), und/oder ob sowohl die erste  
5 Druckdifferenz ( $\Delta P_1$ ), die zweite Druckdifferenz ( $\Delta P_2$ )  
als auch die dritte Druckdifferenz ( $\Delta P_3$ ), und/oder ob  
sowohl die erste Compliance ( $C_1$ ), die zweite  
Compliance ( $C_2$ ) als auch die dritte Compliance ( $C_3$ )  
innerhalb vorbestimmter Grenzen liegen, einen Grenzwert  
10 über- oder unterschreiten, einen Mindestwert  
überschreiten und/oder einen Höchstwert nicht  
überschreiten,

und/oder

15 Ermitteln, ob eine Summe, eine Differenz, ein Produkt  
oder ein Quotient zwischen oder aus zwei Enddrücken,  
ausgewählt aus erstem, zweitem und drittem  
Enddruck ( $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ), zwei Druckdifferenzen,  
20 ausgewählt aus der ersten, zweiten und dritten  
Druckdifferenz ( $\Delta P_1$ ,  $\Delta P_2$ ,  $\Delta P_3$ ), oder zwei  
Compliances, ausgewählt aus der ersten, zweiten und  
dritten Compliance ( $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ), einen vorgegebenen  
Betrag unter- oder übersteigt.

- 25
5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
wobei das Ansteuern wenigstens eines Fördermittels ( $F_1$ ,  
 $F_2$ ,  $F_3$ ) der Gruppe an einem ersten Arbeitspunkt bezogen  
auf dieses Fördermittel erfolgt, und wobei das Ansteuern  
30 wenigstens eines anderen Fördermittels ( $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ) aus  
der Gruppe an einem zweiten Arbeitspunkt bezogen auf  
jenes Fördermittel erfolgt, wobei sich der erste

Arbeitspunkt und der zweite Arbeitspunkt voneinander unterscheiden.

- 5 6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, mit dem zusätzlichen Schritt: Ausgeben eines akustischen und/oder optischen Alarms, sollte das Auswerten zu unzulässigen Ergebnissen führen, insbesondere bei Verlassen vorbestimmter Grenzen, insbesondere bei Unterschreiten des unteren Grenzwerts oder Überschreiten  
10 des oberen Grenzwerts, bei Verlassen eines zulässigen Wertebereichs, bei Übersteigen eines vorgegebenen Betrags.
- 15 7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, mit dem zusätzlichen Schritt: automatisches Hinterlegen eines Korrekturfaktors für die Soll-Fördertätigkeit für mindestens eines der Fördermittel (F1, F2, F3) aus der Gruppe.
- 20 8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das Ansteuern eines Fördermittels (F1, F2, F3) umfasst oder besteht aus:
- 25 Vorgeben der Soll-Fördertätigkeit an wenigstens einem der Fördermittel (F1, F2, F3), oder für dieses, durch Vorgeben mindestens einer Schrittzahl und/oder eines Schrittwinkels,
- und/oder

Vorgeben der Soll-Fördertätigkeit an wenigstens einem der Fördermittel (F1, F2, F3), oder für dieses, durch Vorgeben mindestens einer Anzahl an Hüben,

5 und/oder

Vorgeben der Soll-Fördertätigkeit an wenigstens einem der Fördermittel (F1, F2, F3), oder für dieses, durch Vorgeben einer Förderdauer.

10

9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Behälter (71) wenigstens einen ersten und/oder einen zweiten Konzentratbehälter (H21, H22) und/oder Abschnitte des Altwasserzweigs eines Bilanziersystems aufweist oder hieraus besteht.

15

10. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Behälter (71) ein Abschnitt in einer Flüssigkeitsleitung eines Dialysierflüssigkeitssystems (1) ist oder umfasst.

20

11. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei wenigstens ein Fördermittel (F1, F2, F3) der Gruppe eine Ultrafiltrationspumpe, wenigstens ein Fördermittel der Gruppe eine Bicarbonatpumpe und/oder wenigstens ein Fördermittel der Gruppe eine Natriumpumpe ist.

25

12. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei wenigstens ein Fördermittel (F1, F2, F3) der Gruppe eine Verdrängerpumpe, insbesondere eine

30

Membranpumpe, Exzenter-Membranpumpe, Schlauchpumpe, Rollenpumpe, Zahnradpumpe oder Kolbenpumpe ist.

13. Steuer- oder Regelvorrichtung (29), konfiguriert, um im  
5 Zusammenwirken mit einer Blutbehandlungsvorrichtung (100) das Verfahren gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche zu veranlassen oder durchzuführen.
- 10 14. Blutbehandlungsvorrichtung (100) aufweisend jeweils wenigstens
- ein Dialysierflüssigkeitssystem (1) mit einem Behälter (71) für Flüssigkeit;
  - 15 - eine Druckmesseinrichtung (S07) zum Messen eines im Behälter (71) herrschenden Drucks;
  - eine Auswerteeinheit konfiguriert zum Auswerten von  
20 Enddrücken ( $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ), Druckdifferenzen ( $\Delta P_1$ ,  $\Delta P_2$ ,  $\Delta P_3$ ) und/oder Compliances ( $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ );
  - eine Gruppe von Fördermitteln, welche aus einem  
25 ersten Fördermittel ( $F_1$ ), einem zweiten Fördermittel ( $F_2$ ) und einem dritten Fördermittel ( $F_3$ ) besteht, wobei jedes der Fördermittel ( $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ) der Gruppe mit dem Behälter (71) in Fluidverbindung steht;
  - 30 - eine Steuer- oder Regelvorrichtung (29), insbesondere gemäß Anspruch 13, konfiguriert zum Veranlassen der Durchführung eines Verfahrens zum

Überprüfen der Fördertätigkeit des ersten Fördermittels (F1), des zweiten Fördermittels (F2) und des dritten Fördermittels (F3), konfiguriert, um folgende Schritte zu veranlassen:

5

b) Einstellen eines vorbestimmten Anfangsdrucks ( $P_0$ ) im vollständig mit Flüssigkeit befüllten, geschlossenen Behälter (71), oder Messen des im Behälter (71) herrschenden Drucks mittels einer ersten Druckmessung und Festlegen des gemessenen Drucks als Anfangsdruck ( $P_0$ ),

10

c) Ansteuern eines Fördermittels (F1, F2, F3) der Gruppe, die zum Herausfördern eines vorbestimmten Flüssigkeitsvolumens aus dem Behälter (71) für dieses Fördermittel erforderliche Soll-Fördertätigkeit zu erbringen,

15

d) Messen des im Behälter (71) herrschenden Drucks mittels einer zweiten Druckmessung nach Abschluss der Fördertätigkeit des Fördermittels (F1, F2, F3) und Festlegen des gemessenen Drucks als Enddruck ( $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ),

20

wobei die Folge der Schritte b) bis d) nacheinander mit jedem Fördermittel (F1, F2, F3) aus der Gruppe durchgeführt wird, wodurch für das Herausfördern mittels des ersten Fördermittels (F1) ein erster Enddruck ( $P_1$ ) und optional weiter eine erste Druckdifferenz ( $\Delta P_1$ ) als Differenz zwischen dem Anfangsdruck ( $P_0$ ) und dem ersten Enddruck ( $P_1$ ) und/oder optional weiter eine erste Compliance ( $C_1$ ) ermittelt werden,

25

30

wodurch für das Herausfördern mittels des zweiten Fördermittels (F2) ein zweiter Enddruck ( $P_2$ ) und optional weiter eine zweite Druckdifferenz ( $\Delta P_2$ ) als  
5 Differenz zwischen dem Anfangsdruck ( $P_0$ ) und dem zweiten Enddruck ( $P_2$ ) und/oder optional weiter eine zweite Compliance ( $C_2$ ) ermittelt werden, und

wodurch für das Herausfördern mittels des dritten Fördermittels (F3) ein dritter Enddruck ( $P_3$ ) und  
10 optional weiter eine dritte Druckdifferenz ( $\Delta P_3$ ) als Differenz zwischen dem Anfangsdruck ( $P_0$ ) und dem dritten Enddruck ( $P_3$ ) und/oder optional weiter eine dritte Compliance ( $C_3$ ) ermittelt werden,

15 ferner konfiguriert für den Schritt:

e) Auswerten

- 20 - mindestens des ersten Enddrucks ( $P_1$ ), des zweiten Enddrucks ( $P_2$ ) und des dritten Enddrucks ( $P_3$ ), oder
- 25 - mindestens der ersten Druckdifferenz ( $\Delta P_1$ ), der zweiten Druckdifferenz ( $\Delta P_2$ ) und der dritten Druckdifferenz ( $\Delta P_3$ ), oder
- 30 - mindestens der ersten Compliance ( $C_1$ ), der zweiten Compliance ( $C_2$ ) und der dritten Compliance ( $C_3$ )

auf Abweichung einer tatsächlichen Fördertätigkeit des ersten, zweiten und/oder dritten Fördermittels (F1, F2, F3) von der jeweils angesteuerten Soll-Fördertätigkeit.

5 15. Blutbehandlungsvorrichtung nach Anspruch 14, wobei die Auswerteeinheit derart konfiguriert ist, dass das Auswerten jeweils unter Erhalt eines Maßes für die Abweichung der tatsächlichen Fördertätigkeit des ersten, zweiten und/oder dritten Fördermittels (F1, F2, F3) von  
10 der jeweils angesteuerten Soll-Fördertätigkeit erfolgt.

16. Blutbehandlungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 15, wobei die Auswerteeinheit derart konfiguriert ist, dass das Auswerten unter Vergleich des ersten bis  
15 dritten Enddrucks ( $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ) oder der ersten bis dritten Druckdifferenz ( $\Delta P_1$ ,  $\Delta P_2$ ,  $\Delta P_3$ ) oder der ersten bis dritten Compliance ( $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ) miteinander erfolgt.

20 17. Blutbehandlungsvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 14 bis 16, wobei das Auswerten umfasst oder besteht aus:

Ermitteln, ob sowohl der erste Enddruck ( $P_1$ ), der  
25 zweite Enddruck ( $P_2$ ) als auch der dritte Enddruck ( $P_3$ ), und/oder ob sowohl die erste Druckdifferenz ( $\Delta P_1$ ), die zweite Druckdifferenz ( $\Delta P_2$ ) als auch die dritte Druckdifferenz ( $\Delta P_3$ ), und/oder ob sowohl die erste Compliance ( $C_1$ ), die zweite  
30 Compliance ( $C_2$ ) als auch die dritte Compliance ( $C_3$ ) innerhalb vorbestimmter Grenzen liegen, insbesondere einen Grenzwert über- oder unterschreiten, einen

Mindestwert überschreiten und/oder einen Höchstwert nicht überschreiten,

und/oder

5

Ermitteln, ob eine Summe, eine Differenz, ein Produkt oder ein Quotient zwischen oder aus zwei Enddrücken, ausgewählt aus erstem, zweitem und drittem Enddruck ( $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ), zwei Druckdifferenzen, ausgewählt aus der ersten, zweiten und der dritten Druckdifferenz ( $\Delta P_1$ ,  $\Delta P_2$ ,  $\Delta P_3$ ), oder zwei Compliances, ausgewählt aus der ersten, zweiten und der dritten Compliance ( $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ), einen vorgegebenen Betrag unter- oder übersteigt.

15

18. Blutbehandlungsvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 14 bis 17, wobei das Ansteuern wenigstens eines Fördermittels ( $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ) der Gruppe an einem ersten Arbeitspunkt bezogen auf dieses Fördermittel erfolgt, und wobei das Ansteuern wenigstens eines anderen Fördermittels ( $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ) aus der Gruppe an einem zweiten Arbeitspunkt bezogen auf jenes Fördermittel erfolgt, wobei sich der erste Arbeitspunkt und der zweite Arbeitspunkt voneinander unterscheiden.

25

19. Blutbehandlungsvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 14 bis 18, weiter konfiguriert zum Ausgeben eines akustischen und/oder optischen Alarms, sollte das Auswerten zu unzulässigen Ergebnissen führen, insbesondere bei Verlassen vorbestimmter Grenzen, bei Unterschreiten des unteren Grenzwerts oder Überschreiten des oberen Grenzwerts, bei Verlassen eines zulässigen

30

Wertebereichs, bei Übersteigen eines vorgegebenen Betrags.

20. Blutbehandlungsvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 14 bis 19, weiter konfiguriert zum automatischen Hinterlegen eines Korrekturfaktors für die Soll-Fördertätigkeit mindestens eines der Fördermittel (F1, F2, F3) aus der Gruppe.

21. Blutbehandlungsvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 14 bis 20, wobei das Ansteuern eines Fördermittels (F1, F2, F3) umfasst oder besteht aus:

Vorgeben der Soll-Fördertätigkeit an wenigstens einem der Fördermittel (F1, F2, F3), oder für dieses, durch Vorgeben mindestens einer Schrittzahl und/oder eines Schrittwinkels

und/oder

Vorgeben der Soll-Fördertätigkeit an wenigstens einem der Fördermittel (F1, F2, F3), oder für dieses, durch Vorgeben mindestens einer Anzahl an Hüben,

und/oder

Vorgeben der Soll-Fördertätigkeit an wenigstens einem der Fördermittel (F1, F2, F3), oder für dieses, durch Vorgeben einer Förderdauer.

22. Blutbehandlungsvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 14 bis 21, wobei der Behälter (71) wenigstens

einen ersten und/oder einen zweiten  
Konzentratbehälter (H21, H22) und/oder Abschnitte des  
Altwasserzweigs eines Bilanziersystems aufweist oder  
hieraus besteht.

5

23. Blutbehandlungsvorrichtung (100) nach einem der  
Ansprüche 14 bis 22, wobei der Behälter (71) ein  
Abschnitt in einer Flüssigkeitsleitung eines  
Dialysierflüssigkeitssystems (1) ist oder umfasst.

10

24. Blutbehandlungsvorrichtung (100) nach einem der  
Ansprüche 14 bis 23, wobei wenigstens ein  
Fördermittel (F1, F2, F3) der Gruppe eine  
Ultrafiltrationspumpe, wenigstens ein Fördermittel der  
Gruppe eine Bicarbonatpumpe und/oder wenigstens ein  
Fördermittel der Gruppe eine Natriumpumpe ist.

15

25. Blutbehandlungsvorrichtung (100) nach einem der  
Ansprüche 14 bis 24, wobei wenigstens ein  
Fördermittel (F1, F2, F3) der Gruppe eine  
Verdrängerpumpe, insbesondere eine Membranpumpe,  
Exzenter-Membranpumpe, Schlauchpumpe, Rollenpumpe,  
Zahnradpumpe oder Kolbenpumpe ist.

20

- 25 26. Digitales Speichermedium, insbesondere in Form einer  
Diskette, CD oder DVD oder EPROM, mit elektronisch  
auslesbaren Steuersignalen, konfiguriert, um eine  
Steuer- und/oder Regelvorrichtung (29) zu einer Steuer-  
und/oder Regelvorrichtung (29) zu konfigurieren, mittels  
der das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 zu  
veranlassen werden kann.

30

27. Computerprogramm-Produkt mit einem auf einem  
maschinenlesbaren Träger gespeicherten Programmcode, um  
eine Steuer- und/oder Regelvorrichtung (29) zu einer  
Steuer- und/oder Regelvorrichtung (29) zu konfigurieren,  
5 mittels der das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1  
bis 12 veranlasst werden kann.
28. Computerprogramm mit einem Programmcode, um eine Steuer-  
und/oder Regelvorrichtung (29) zu einer Steuer- und/oder  
10 Regelvorrichtung (29) zu konfigurieren, mittels der das  
Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 veranlasst  
werden kann.

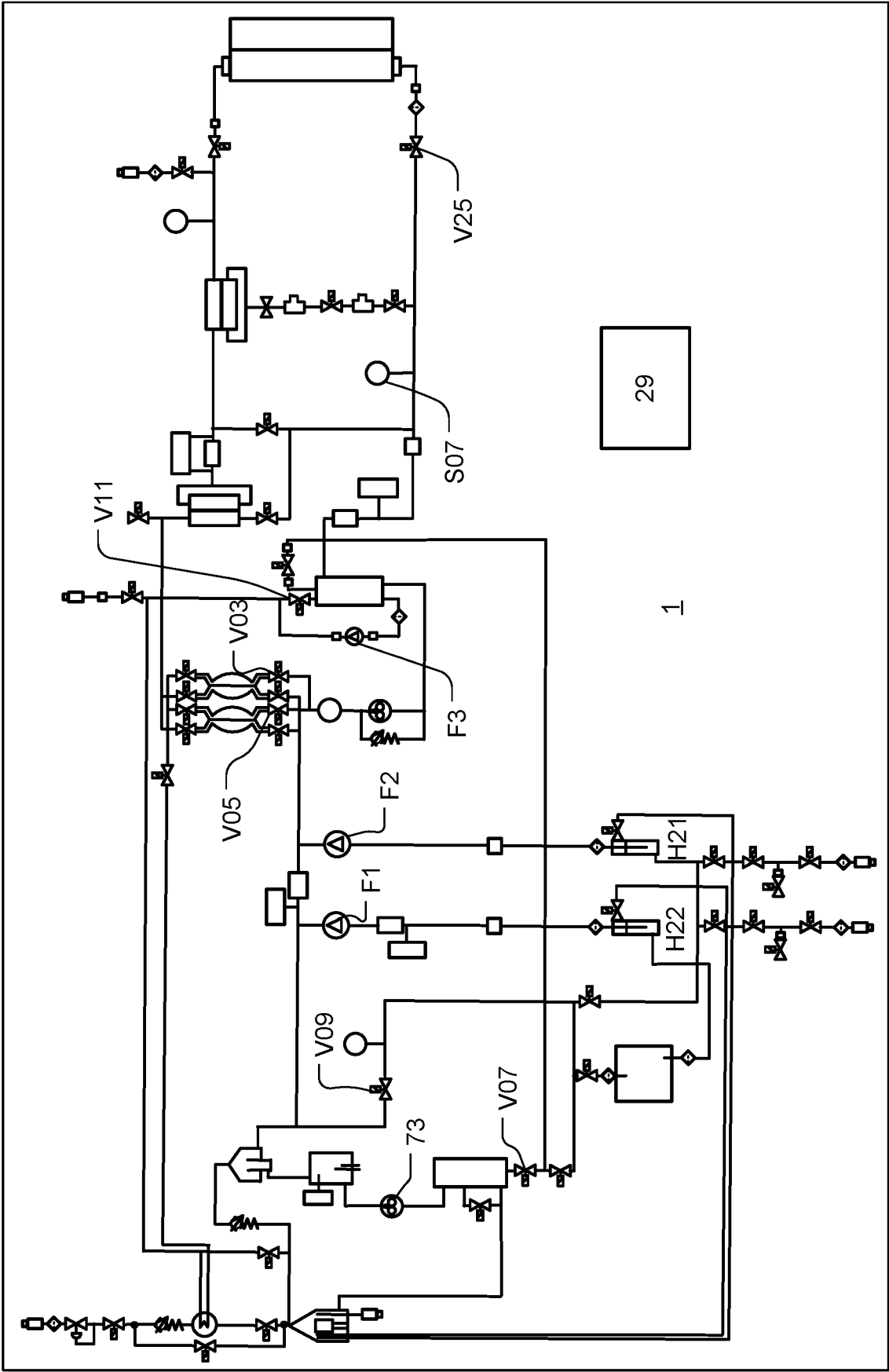


Fig. 1

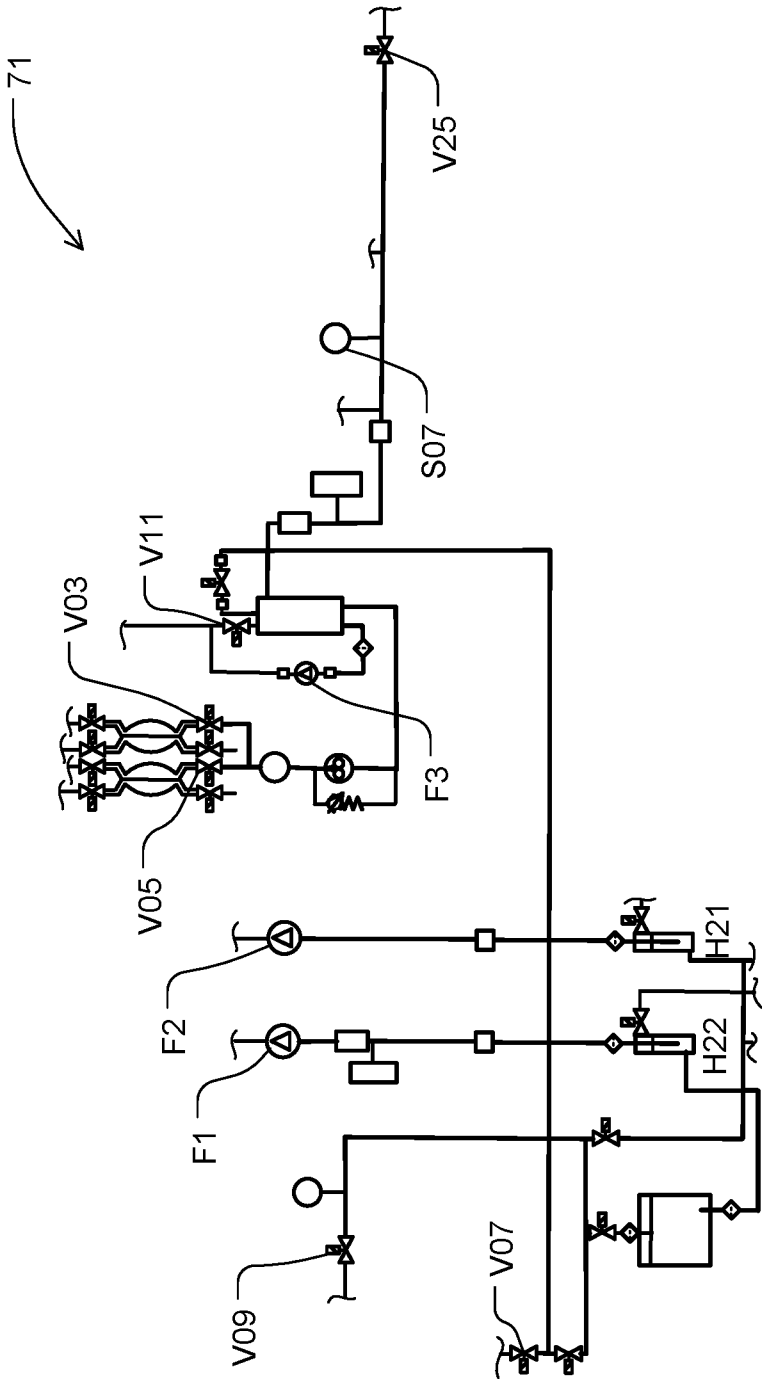


Fig. 1a

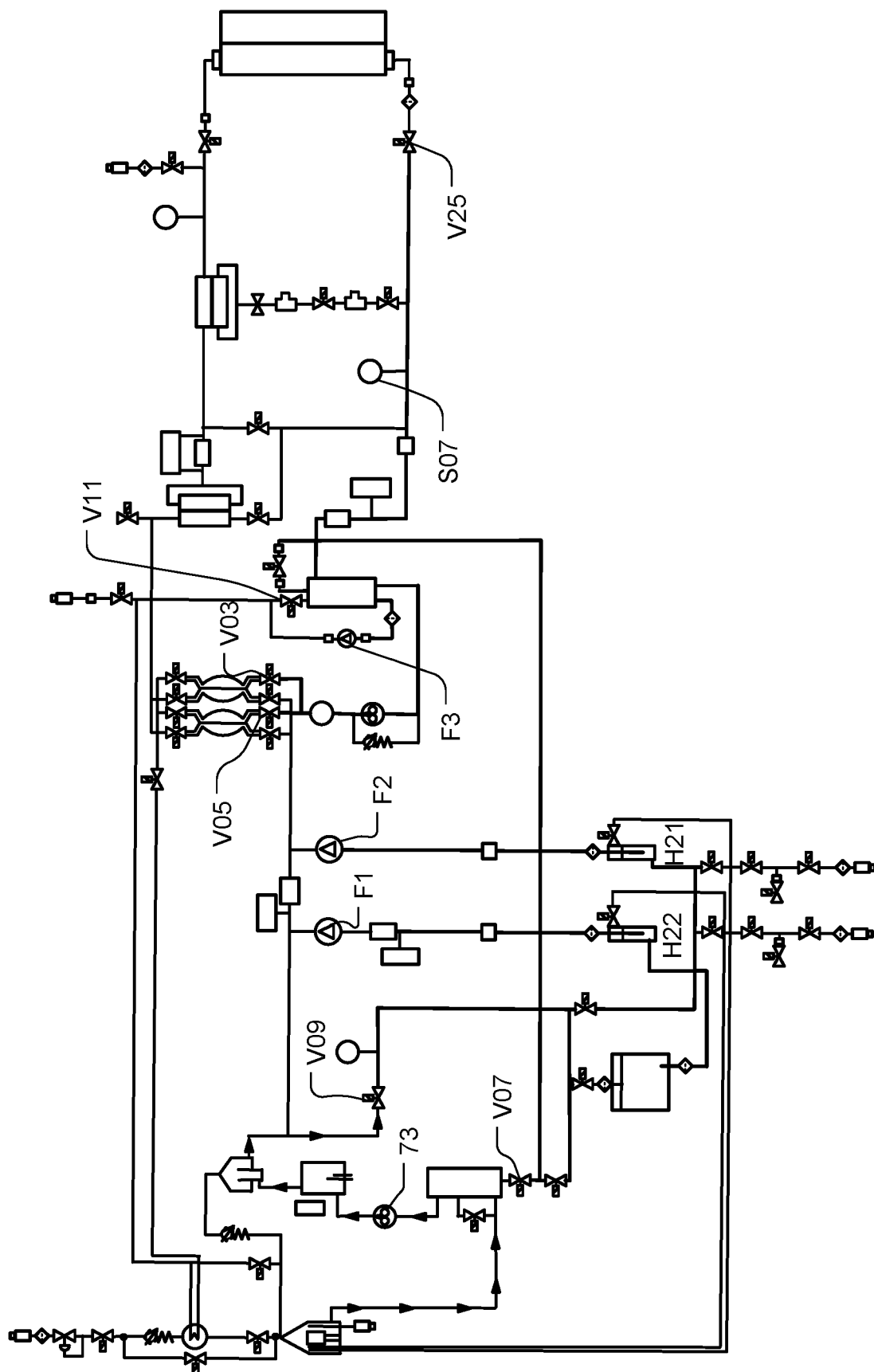


Fig. 1b

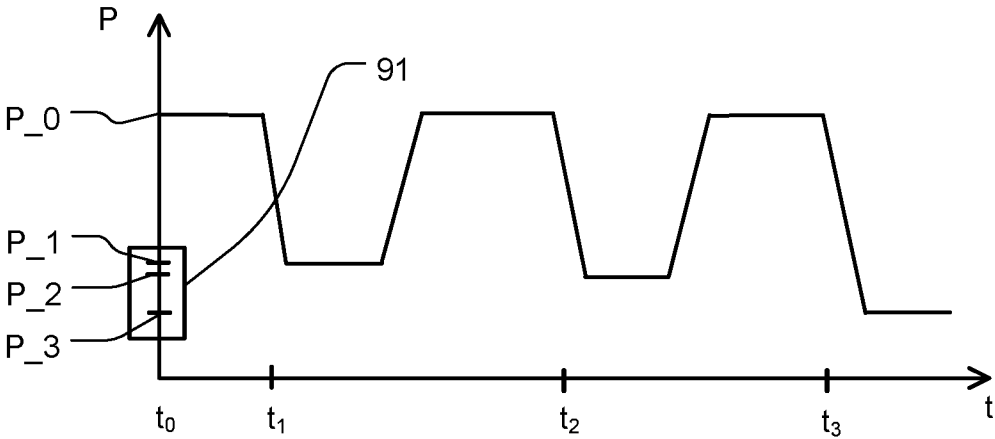


Fig. 2

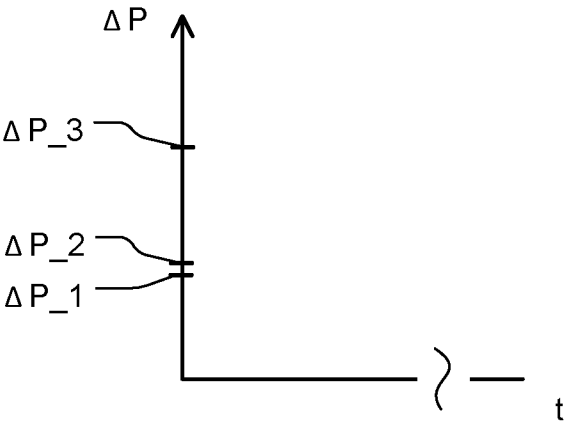


Fig. 3a

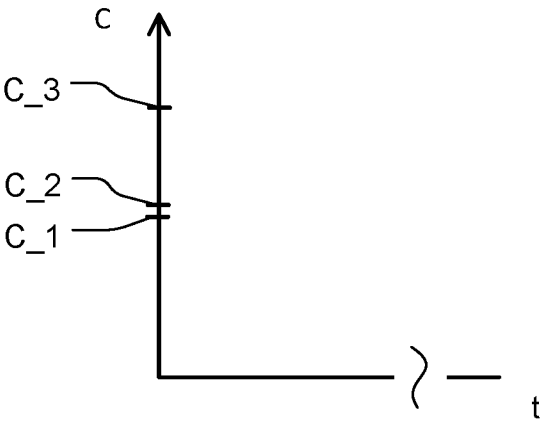


Fig. 3b

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/051645

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER***A61M 1/16*(2006.01)i; *A61M 1/34*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                       | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | DE 102011106113 A1 (FRESENIUS MEDICAL CARE DE GMBH [DE]) 03 January 2013<br>(2013-01-03)<br>paragraph [0006]<br>paragraph [0011] - paragraph [0012]<br>paragraph [0019] - paragraph [0027]<br>claims 1-3 | 1-28                  |
| A         | US 5629871 A (LOVE STEVE [US] ET AL) 13 May 1997 (1997-05-13)<br>column 3, top paragraph<br>column 10, paragraph 3; figure 9                                                                             | 1-28                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 April 2020

Date of mailing of the international search report

29 April 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office  
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk  
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Mata Vicente, Teresa

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2020/051645**

| Patent document<br>cited in search report |              |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |              |    | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|--------------|----|--------------------------------------|-------------------------|--------------|----|--------------------------------------|
| DE                                        | 102011106113 | A1 | 03 January 2013                      | CN                      | 103582502    | A  | 12 February 2014                     |
|                                           |              |    |                                      | DE                      | 102011106113 | A1 | 03 January 2013                      |
|                                           |              |    |                                      | EP                      | 2717939      | A1 | 16 April 2014                        |
|                                           |              |    |                                      | JP                      | 6101996      | B2 | 29 March 2017                        |
|                                           |              |    |                                      | JP                      | 2014525763   | A  | 02 October 2014                      |
|                                           |              |    |                                      | US                      | 2012312726   | A1 | 13 December 2012                     |
|                                           |              |    |                                      | WO                      | 2012167931   | A1 | 13 December 2012                     |
| US                                        | 5629871      | A  | 13 May 1997                          | CA                      | 2217998      | A1 | 19 December 1996                     |
|                                           |              |    |                                      | EP                      | 0830154      | A1 | 25 March 1998                        |
|                                           |              |    |                                      | JP                      | 4049813      | B2 | 20 February 2008                     |
|                                           |              |    |                                      | JP                      | H11506682    | A  | 15 June 1999                         |
|                                           |              |    |                                      | US                      | 5629871      | A  | 13 May 1997                          |
|                                           |              |    |                                      | WO                      | 9640316      | A1 | 19 December 1996                     |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. A61M1/16 A61M1/34  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 A61M

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                                                            | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| X          | DE 10 2011 106113 A1 (FRESENIUS MEDICAL CARE DE GMBH [DE])<br>3. Januar 2013 (2013-01-03)<br>Absatz [0006]<br>Absatz [0011] - Absatz [0012]<br>Absatz [0019] - Absatz [0027]<br>Ansprüche 1-3 | 1-28               |
| A          | -----<br>US 5 629 871 A (LOVE STEVE [US] ET AL)<br>13. Mai 1997 (1997-05-13)<br>Spalte 3, Absatz top<br>Spalte 10, Absatz 3; Abbildung 9<br>-----                                             | 1-28               |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. April 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/04/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mata Vicente, Teresa

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/051645

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 102011106113 A1                                 | 03-01-2013                    | CN 103582502 A                    | 12-02-2014                    |
|                                                    |                               | DE 102011106113 A1                | 03-01-2013                    |
|                                                    |                               | EP 2717939 A1                     | 16-04-2014                    |
|                                                    |                               | JP 6101996 B2                     | 29-03-2017                    |
|                                                    |                               | JP 2014525763 A                   | 02-10-2014                    |
|                                                    |                               | US 2012312726 A1                  | 13-12-2012                    |
|                                                    |                               | WO 2012167931 A1                  | 13-12-2012                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| US 5629871 A                                       | 13-05-1997                    | CA 2217998 A1                     | 19-12-1996                    |
|                                                    |                               | EP 0830154 A1                     | 25-03-1998                    |
|                                                    |                               | JP 4049813 B2                     | 20-02-2008                    |
|                                                    |                               | JP H11506682 A                    | 15-06-1999                    |
|                                                    |                               | US 5629871 A                      | 13-05-1997                    |
|                                                    |                               | WO 9640316 A1                     | 19-12-1996                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |