

(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
06. Januar 2022 (06.01.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/002947 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
A61M 1/16 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/067864

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Juni 2021 (29.06.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 117 216.8
30. Juni 2020 (30.06.2020) DE

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

(72) Erfinder: **FISCHER, Gerome**; Neuer Weg 16, 99947 Weberstedt (DE). **STÖCKERL, Tobias**; Irlach 16, 93464 Tiefenbach (DE).

(74) Anwalt: **HERRMANN, Uwe**; Lorenz Seidler Gossel Rechtsanwälte Patentanwälte Partnerschaft MBB, Widenmayerstr. 23, 80538 München (DE).

(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, IT, 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,

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR METERING SOLUTIONS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM DOSIEREN VON LÖSUNGEN

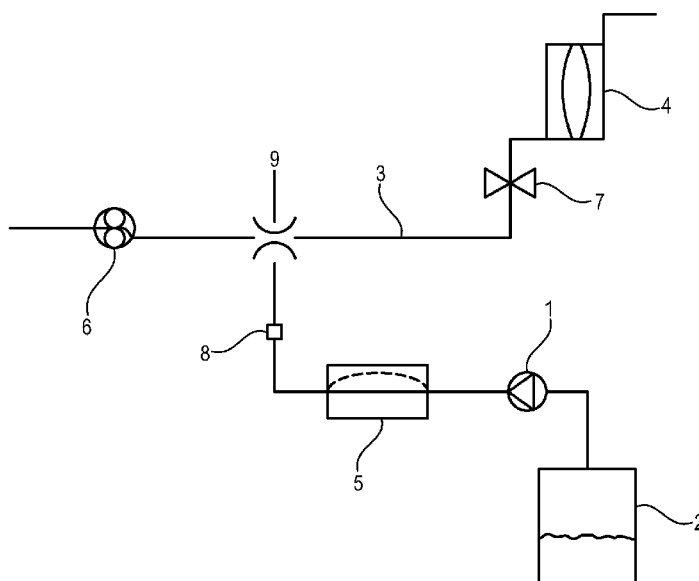


Fig. 2

(57) Abstract: The present invention relates to a method for metering a solution, in particular an electrolyte solution, into a fluid-conducting line, preferably a line upstream of a balancing chamber of a blood treatment machine, comprising the steps of: conveying the solution by means of a pump into a hydraulic pressure accumulator, a pressure being built up in the hydraulic pressure accumulator, and feeding the solution into the fluid-conducting line as soon as the pressure in the hydraulic pressure accumulator exceeds a pressure in the fluid-conducting line, whereby a release element releases a flow of the solution between the hydraulic pressure accumulator and the fluid-conducting line from the hydraulic pressure accumulator to the fluid-conducting line. The present invention further relates to a blood treatment machine which is designed to carry out a method according to the invention.



WO 2022/002947 A1

TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Dosieren einer Lösung, insbesondere einer Elektrolytlösung, in eine fluidführende Leitung, vorzugsweise eine Leitung stromaufwärts einer Bilanzkammer einer Blutbehandlungsmaschine, mit den Schritten: Fördern der Lösung mittels einer Pumpe in einen hydraulischen Druckspeicher, wobei in dem hydraulischen Druckspeicher ein Druck aufgebaut wird, und Einspeisen der Lösung in die fluidführende Leitung, sobald der Druck in dem hydraulischen Druckspeicher einen Druck in der fluidführenden Leitung überschreitet, wodurch ein Freigabeelement zwischen dem hydraulischen Druckspeicher und der fluidführenden Leitung einen Fluss der Lösung von dem hydraulischen Druckspeicher zu der fluidführenden Leitung freigibt. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung eine Blutbehandlungsmaschine, welche dazu ausgelegt ist, ein erfindungsgemäßes Verfahren auszuführen.

Verfahren und Vorrichtung zum Dosieren von Lösungen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Dosieren bzw. Einspeisen einer Lösung in eine fluidführende Leitung, insbesondere im Kontext einer extrakorporalen Blutbehandlung.

Beim Zudosieren von Lösungen, wie z.B. Elektrolyt- und Bicarbonatlösung, vorzugsweise aus Konzentraten, während einer Dialysebehandlung ist eine hohe Genauigkeit der geförderten Volumina und somit der Dosierung wichtig.

Da bei einer extrakorporalen Blutbehandlungsmaschine die Einspeisung der Lösungen zudem vorzugsweise stromaufwärts einer Bilanzkammer erfolgt, welche mit hohem Druck geladen wird (bis zu 1,8 bar), ist es notwendig, dass die eingesetzten Pumpen nicht nur über eine sehr hohe Fördergenauigkeit verfügen, sondern auch gegen einen relativ hohen Druck fördern können. Dies kann mit bestimmten Pumpen nicht, oder nur schwer umgesetzt werden.

Dieses Problem tritt insbesondere in bestimmten Phasen des Bilanzkammerzyklus auf. Eine Bilanzkammer dient der volumetrischen Bilanzierung, d.h. die Bilanzbestimmung erfolgt über eine Volumenmessung. Bei bekanntem Kammervolumen erfolgt die Füllung und Entleerung der Kammern somit in einem bestimmten Takt. Daraus ergibt sich, dass es verschiedene Phasen mit unterschiedlichen Situationen betreffend Druck, Fluss stromauf einer Bilanzkammer gibt. In manchen Phasen herrscht

stromaufwärts der Bilanzkammer ein höherer Druck, als der maximal zulässige Arbeitsdruck/Gegendruck gängiger Dosierpumpen, sodass diese nicht arbeiten können.

Der vorliegenden Erfindung liegt vor diesem Hintergrund die Aufgabe zugrunde, die aus dem Stand der Technik bekannten Probleme abzumildern oder gar ganz zu beseitigen. Insbesondere liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung bereitzustellen, die eine Verwendung herkömmlicher Dosierpumpen zur Dosierung bzw. Einspeisung von Lösungen stromaufwärts einer Bilanzkammer ermöglichen.

Diese Aufgabe wird durch das Verfahren und die Vorrichtung gemäß der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Dosieren einer Lösung, insbesondere einer Elektrolytlösung, in eine fluidführende Leitung, vorzugsweise eine Leitung stromaufwärts einer Bilanzkammer einer Blutbehandlungsmaschine, umfasst die Schritte:

- Fördern der Lösung mittels einer Pumpe in einen hydraulischen Druckspeicher, wobei in dem hydraulischen Druckspeicher ein Druck aufgebaut wird;
- Einspeisen der Lösung in die fluidführende Leitung, sobald der Druck in dem hydraulischen Druckspeicher einen Druck in der fluidführenden Leitung überschreitet, wodurch vorzugsweise ein Freigabeelement zwischen dem hydraulischen Druckspeicher und der fluidführende Leitung einen Fluss der Lösung von dem hydraulischen Druckspeicher zu der fluidführenden Leitung freigibt.

In anderen Worten löst Erfindung die Aufgabe, indem zwischen die Dosierpumpe und einen Einlass und / oder eine Anschlussleitung stromaufwärts einer Bilanzkammer ein hydraulischer Druckspeicher (z.B. ein Druckgefäß aus einem elastischen Material) und ein Freigabeelement, insbesondere ein Mittel zur Verhinderung des Rückflusses (z.B. ein Rückschlagventil) geschaltet sind.

Die fluidführende Leitung ist dazu ausgelegt, Fluid, also beispielsweise ein Gas und / oder eine Flüssigkeit zu führen. Der Begriff „fluidführende Leitung“ erfordert somit

nicht zwingend, dass in der Leitung Flüssigkeit fließt, sondern umfasst auch „leere“ Leitungen, da diese zumindest Gas, z.B. Luft, führen.

Anstatt der vorstehend genannten Blutbehandlungsmaschine kann das erfindungsgemäße Verfahren auch auf eine Vorrichtung zur Bereitung einer medizinischen Lösung aufweisend Elektrolytbestandteile und Wasserbestandteile angewandt werden.

Die Dosierpumpe pumpt das zu dosierende Flüssigmedium, z.B. Bicarbonatlösung, in den hydraulischen Druckspeicher.

Solange der Druck auf der Seite der Bilanzkammer höher als der Arbeitsdruck der Dosierpumpe ist, verhindert das Rückschlagventil ein Einströmen von Flüssigkeit in den hydraulischen Druckspeicher entgegen der Pumprichtung. Alternativ oder zusätzlich zu dem Rückschlagventil kann auch ein steuerbares Ventil vorgesehen sein.

Sobald die Bilanzkammer an der Seite befüllt wird, auf der stromaufwärts die Dosierpumpe, das Rückschlagventil und der Druckspeicher verschaltet sind, entsteht ein Fluss im System und der Druck fällt ab. Aufgrund des Druckabfalls strömt die Lösung aus dem Druckspeicher durch das nun offene Rückschlagventil in Richtung Bilanzkammer.

Vorzugsweise ist bei der Durchführung des Verfahrens kein Patient an die Blutbehandlungsmaschine angeschlossen. So hat das Verfahren keinerlei physiologische Wirkung auf den Körper des Patienten.

Weiterhin wird ein erfindungsgemäßes Verfahren vorzugsweise rein maschinenseitig bzw. im Kontext der Bereitung / Herstellung einer medizinischen Lösung ausgeführt. Das Verfahren wirkt somit nicht auf den Körper eines Patienten ein, sondern dient lediglich der Herstellung medizinischer Lösungen.

Unter einer medizinischen Lösung ist hierbei eine Lösung zu verstehen, welche bei einer medizinischen Anwendung, beispielsweise einer extrakorporalen Blutbehandlung, zum Einsatz kommt, wie z.B. Dialysat oder Substitut.

Beispielsweise kann ein erfindungsgemäßes Verfahren im Rahmen einer Dosiereinheit / Vorrichtung zur Bereitung medizinischer Lösungen ausgeführt werden, welche medizinische Lösungen mit einer vorgegebenen Dosierung / Elektrolytkonzentration herstellt.

Es hat sich in der Praxis als vorteilhaft erwiesen, wenn das Freigabeelement ein Mittel zum Verhindern eines Rückflusses, insbesondere in Form eines Rückschlagventils, ist, welches einen Fluss von Fluid von der fluidführende Leitung zu dem hydraulischen Druckspeicher verhindert.

Der hydraulische Druckspeicher (auch als Windkessel bezeichnet) weist ein elastisch spannbares System auf, welches beispielsweise eine Membran, eine Feder, eine Magnet-Magnet-Kombination oder eine sonstige beliebige elastisch spannbare Konfiguration umfasst. Dabei kann der hydraulische Druckspeicher ein Gefäß umfassen und beispielsweise das Gefäß selbst aus elastischem Material aufgebaut sein oder eine elastische oder flexible Wand aufweisen. Im Fall einer elastischen Wand kann das Wandmaterial allein die elastische Rückstellkraft bereitstellen oder durch ein weiteres Element - wie eine Feder oder eine Magnet-Magnet-Kombination - bereitgestellt werden. Die Rückstellkraft für eine flexible, nichtelastische Wand kann ebenfalls durch ein vorgenanntes weiteres Element bereitgestellt werden. Eine elastische Wand oder Kammer kann beispielsweise aus einem Elastomer-Material bestehen. Eine flexible Wand kann beispielsweise aus einer Kunststoff-Folie bestehen.

Durch das dauerhafte / kontinuierliche Fördern von Flüssigkeit von der Pumpe in den hydraulischen Druckspeicher baut sich in diesem ein Druck auf. Übersteigt dieser den Druck in der Leitung stromaufwärts der Bilanzkammer, wird Flüssigkeit in die selbige gedrückt. Durch diesen entstehenden Fluss wird der Druck im hydraulischen Druckspeicher geringer. Vorzugsweise kann mittels eines Drucksensors der im hydraulischen Druckspeicher herrschende Druck ermittelt werden.

Unter dem kontinuierlichen Fördern von Flüssigkeit von der Pumpe in den hydraulischen Druckspeicher ist hierbei vorzugsweise ein dauerhaftes, ununterbrochenes

Pumpen zu verstehen. Die Pumpe fördert hierbei ununterbrochen schubweise bzw. hubweise Flüssigkeit in den hydraulischen Druckspeicher. Vorzugsweise ist die Förderfrequenz hierbei relativ hoch.

Von dem hydraulischen Druckspeicher wird die Flüssigkeit daraufhin in Phasen bzw. Intervallen, welche vorzugsweise mit den Phasen einer Bilanzkammer synchronisiert sind bzw. mit diesen in Verbindung stehen, abgegeben. Vorzugsweise ist die Abgabefrequenz der Flüssigkeit aus dem hydraulischen Druckspeicher niedriger als die Förderfrequenz der Pumpe in den hydraulischen Druckspeicher.

Sinkt der Druck im hydraulischen Druckspeicher unter den Druck in der Leitung stromaufwärts der Bilanzkammer, wird wieder Druck im hydraulischen Druckspeicher aufgebaut.

Der Fluss in die Leitung stromaufwärts der Bilanzkammer findet größten Teils in der Phase der Bilanzkammerfüllung statt. Dafür ist ein Freigabeelement, z.B. ein Rückschlagventil, zwischen der Leitung stromaufwärts der Bilanzkammer und hydraulischen Druckspeicher sinnvoll. Während der anderen Phasen des Bilanzkammerzyklus, kann die Pumpe Lösung in den hydraulischen Druckspeicher fördern, um in diesem Druck aufzubauen.

Grundsätzlich wäre jedoch auch eine Ausführungsform ohne ein Freigabeelement oder Rückschlagventil zwischen dem hydraulischen Druckspeicher und der Leitung stromaufwärts der Bilanzkammer denkbar.

Durch die Entkopplung von Pumpe und dem Einströmfluss in die fluidführende Leitung stromaufwärts der Bilanzkammer wird ein kontinuierliches Pumpen ermöglicht.

Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt vorzugsweise das Fördern der Lösung durch die Pumpe in den hydraulischen Druckspeicher kontinuierlich und das Einspeisen der Lösung aus dem hydraulischen Druckspeicher in die fluidführende Leitung erfolgt vorzugsweise in Intervallen und / oder stoßweise in Übereinstimmung mit dem Füllungs- und Entleerungszyklus der Bilanzkammer.

Vorzugsweise erfolgt das Einspeisen der Lösung in die fluidführende Lösung während der Befüllungsphase der Bilanzkammer bzw. während einer Phase des geringsten Drucks in der fluidführenden Leitung.

Alternativ oder zusätzlich kann der Druck an / um einem Einspeisungspunkt der fluidführenden Leitung, in welchem Fluid von dem hydraulischen Druckspeicher eingespeist wird, vor und / oder während des Einspeisungsvorgangs abgesenkt werden, vorzugsweise mittels eines am Einspeisungspunkt oder in der Nähe des Einspeisungspunkts angeordneten Druckeinstellungselements, insbesondere in Form einer Venturi-Düse oder eines Drosselventils.

Im Rahmen eines erfindungsgemäßen Verfahrens kann eine beliebige Pumpe zum Fördern der Lösung eingesetzt werden, beispielsweise eine Pumpe mit elektroaktiven Polymeren, eine Pumpe mit Piezo-Kristallen, eine Membranpumpe, eine peristaltische Pumpe oder eine Zahnrادpumpe ist.

Vorzugsweise ist die zum Fördern der Lösung eingesetzte Pumpe eine Pumpe mit mindestens einem elektroaktiven Polymer. Hierdurch lassen sich besonders vorteilhaft robuste und technisch einfache Pumpen bereitstellen.

Weiterhin vorzugsweise verfügt die zum Fördern eingesetzte Pumpe mit mindestens einem elektroaktiven Polymer über Self-Sensing-Eigenschaften. Hierdurch kann besonders vorteilhaft die tatsächliche Fördermenge erfasst werden.

In der Praxis haben sich besonders Pumpen mit mindestens einem dielektrischen elektroaktiven Polymer, welches als Stapel angeordnet ist, als sehr robust und preisgünstig erwiesen.

In einer anderen Ausgestaltung ist die zum Fördern der Lösung eingesetzte Pumpe eine Pumpe mit mindestens einem Piezo-Kristall. Hierbei sind kurze Stellwege und geringe Baugröße besonders vorteilhaft.

Weiterhin kann ein erfindungsgemäßes Verfahren auch einen Schritt des Ermitteln bzw. Überwachens der von der Pumpe zum Fördern der Lösung ausgeführten Pumpenhübe umfassen. Aus der Anzahl der ausgeführten Pumpenhübe kann das in den hydraulischen Druckspeicher geförderte Volumen bestimmt werden.

Die Pumpe kann daraufhin entsprechend geregelt oder gesteuert werden, um eine bestimmte Zielvorgabe zu erreichen.

Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft eine Blutbehandlungsmaschine, insbesondere eine Dialysemaschine, welche vorzugsweise dazu ausgelegt ist, ein erfindungsgemäßes Verfahren auszuführen, wobei zwischen einer Pumpe zum Fördern einer Lösung, insbesondere einer Elektrolytlösung, und einer fluidführenden Leitung, vorzugsweise stromaufwärts einer Bilanzkammer der Blutbehandlungsmaschine, ein hydraulischer Druckspeicher und diesem fluidisch nachgeschaltet vorzugsweise ein Freigabeelement vorgesehen ist, welches dazu ausgelegt ist, sobald ein Druck in dem hydraulischen Druckspeicher einen Druck in der fluidführenden Leitung überschreitet, einen Fluss der Lösung von dem hydraulischen Druckspeicher zu der fluidführenden Leitung freizugeben.

Ein anderer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bereitung einer medizinischen Lösung aufweisend Elektrolytbestandteile und Wasserbestandteile, welche vorzugsweise dazu ausgelegt ist, ein erfindungsgemäßes Verfahren auszuführen, wobei zwischen einer Pumpe zum Fördern einer Lösung, insbesondere einer Elektrolytlösung, und einer fluidführenden Leitung, vorzugsweise stromaufwärts einer Bilanzkammer einer Blutbehandlungsmaschine, ein hydraulischer Druckspeicher und diesem fluidisch nachgeschaltet vorzugsweise ein Freigabeelement vorgesehen ist, welches dazu ausgelegt ist, sobald ein Druck in dem hydraulischen Druckspeicher einen Druck in der fluidführenden Leitung überschreitet, einen Fluss der Lösung von dem hydraulischen Druckspeicher zu der fluidführenden Leitung freizugeben.

Unter einer medizinischen Lösung ist eine Lösung zu verstehen, welche im Rahmen einer medizinischen Anwendung, beispielsweise einer extrakorporalen Blutbehand-

lung, zum Einsatz kommt. Dialysat, Substitutat etc. sind Beispiele medizinischer Lösungen.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bereitstellung einer medizinischen Lösung aufweisend Elektrolytbestandteile und Wasserbestandteile kann beispielsweise im Zusammenspiel mit einer Blutbehandlungsmaschine, insbesondere einer Dialysemaschine, zum Einsatz kommen oder ein Bestandteil einer Blutbehandlungsmaschine sein. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bereitstellung einer medizinischen Lösung kann grundsätzlich aber auch eigenständig und unabhängig von einer Blutbehandlungsmaschine verwendet werden.

Vorzugsweise weist eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bereitstellung einer medizinischen Lösung oder eine erfindungsgemäße Blutbehandlungsmaschine ein Freigabeelement auf, welches vorzugsweise ein Mittel zum Verhindern eines Rückflusses, insbesondere in Form eines Rückschlagventils, ist, welches einen Fluss von Fluid von der fluidführenden Leitung zu dem hydraulischen Druckspeicher verhindert.

Alternativ oder zusätzlich kann anstelle des Rückschlagventils ein steuerbares Ventil als Freigabeelement vorgesehen sein. Das steuerbare Ventil ist vorzugsweise am Ausgang des hydraulischen Druckspeichers in Strömungsrichtung hin zu der Bilanzkammer angeordnet.

Vorzugsweise weist eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bereitstellung einer medizinischen Lösung oder eine erfindungsgemäße Blutbehandlungsmaschine weiterhin ein Steuergerät auf, welches dazu ausgelegt ist, die Pumpe dazu anzusteuern, eine Lösung, insbesondere eine Elektrolytlösung, in den hydraulischen Druckspeicher zu fördern, vorzugsweise bis ein Druck in dem hydraulischen Druckspeicher einen Druck in der mit dem hydraulischen Druckspeicher verbundenen fluidführenden Leitung übersteigt, wodurch ein Freigabeelement zwischen dem hydraulischen Druckspeicher und der fluidführenden Leitung geöffnet wird und einen Fluss der Lösung von dem hydraulischen Druckspeicher zu der fluidführenden Leitung freigibt.

Vorzugsweise ist das Steuergerät dazu ausgelegt, die Vorrichtung zur Bereitstellung einer medizinischen Lösung oder die Blutbehandlungsmaschine dazu anzusteuern, ein erfindungsgemäßes Verfahren auszuführen.

Weiterhin vorzugsweise ist das Steuergerät, wenn das Freigabeelement in Form eines steuerbaren Ventils vorliegt, dazu ausgelegt, das steuerbare Ventil zur Freigabe des Flusses zwischen dem hydraulischen Druckspeicher und der fluidführenden Leitung anzusteuern. In anderen Worten steuert in dieser Variante das Steuergerät nicht nur die Pumpe sondern auch das steuerbare Ventil in Abhängigkeit von den Phasen der Bilanzkammer.

Weiterhin hat es sich in der Praxis als vorteilhaft erwiesen, wenn bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Bereitstellung einer medizinischen Lösung oder Blutbehandlungsmaschine an einem Einspeisungspunkt oder in der Nähe eines Einspeisungspunkts, in welchem Fluid von dem hydraulischen Druckspeicher in die fluidführende Leitung eingespeist wird, ein Druckeinstellungselement, insbesondere in Form einer Venturi-Düse oder eines Drosselventils, angeordnet ist.

Mittels des Druckeinstellungselements kann der Druck an / um einem Einspeisungspunkt der fluidführenden Leitung, in welchem Fluid von dem hydraulischen Druckspeicher eingespeist wird, vor und / oder während des Einspeisungsvorgangs abgesenkt werden, sodass der Einspeisungsvorgang unterstützt wird.

Durch die Entkopplung von Pumpe und dem Einströmfluss in die fluidführende Leitung stromaufwärts der Bilanzkammer kann eine beliebige Pumpe, beispielsweise eine herkömmliche Dosierpumpe, eingesetzt werden. Vorzugsweise ist die Pumpe zum Fördern der Lösung eine Pumpe mit elektroaktiven Polymeren, eine Pumpe mit Piezo-Kristallen, eine Membranpumpe, eine peristaltische Pumpe oder eine Zahnradpumpe ist.

In der Praxis hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn die zum Fördern der Lösung eingesetzte Pumpe eine Pumpe mit mindestens einem elektroaktiven Polymer ist, welches über Self-Sensing-Eigenschaften verfügt.

Da im Rahmen der vorliegenden Erfindung vorzugsweise eine Pumpe mit mindestens einem elektroaktiven Polymer (EAP-Pumpe) zum Einsatz kommt, werden nachstehend derartige besonders vorteilhafte Pumpen näher beschreiben.

Eine EAP-Pumpe ist vorzugsweise mit einem mindestens ein elektroaktives Polymer aufweisenden Pumpen-Aktor ausgestattet, wobei das mindestens eine elektroaktive Polymer derart angeordnet ist, dass eine Verformung des mindestens einen elektroaktiven Polymers entlang der Richtung des Pumpenhubs der Pumpe erfolgt.

In anderen Worten erfolgt die Verformung / Längenausdehnung des elektroaktiven Polymers entlang der Richtung der Pumpbewegung / des Pumpenhubs der Pumpe. Dies bietet den Vorteil, dass die Größe des Pumpenhubs direkt zu der Größe der Verformung / Längenausdehnung des elektroaktiven Polymers proportional ist bzw. mit dieser korreliert.

Durch die Anordnung des elektroaktiven Polymers lässt sich somit besonders eindeutig und direkt die Größe eines ausgeführten Pumpenhubs aus der entsprechenden Verformung des elektroaktiven Polymers herleiten.

Elektroaktive Polymere und Piezo-Kristalle verformen sich in Erwiderung auf ein Potential, welches an das elektroaktive Polymer oder den Piezo-Kristall angelegt wird, und können durch diese Verformung beispielsweise als Pumpen-Aktor dienen, da durch die Verformung ein zu förderndes Medium aus der Pumpe gepresst wird.

Umgekehrt erzeugen Piezo-Kristalle, ein elektrisches Potential, wenn eine mechanische Kraft auf sie wirkt und sie verformt. Diese Eigenschaft kann man in Bezug auf Piezo-Kristalle als „Self-sensing“ bezeichnen und sie ermöglicht es, Piezo-Kristalle als Sensoren einzusetzen, um die wirkenden Kräfte und somit beispielsweise die Größe der Pumpenhübe anhand gemessener elektrischer Potentiale zu ermitteln. Elektroaktiven Polymere dagegen reagieren auf eine durch eine äußere mechanische Kraft erzeugte Verformung durch eine Veränderung ihrer elektrischen Eigen-

schaften wie beispielsweise eine Änderung der elektrischen Kapazität und der elektrischen Impedanz.

Bei elektroaktiven Polymeren des dielektrischen Typs, wie beispielsweise mit Silikon, Polyurethan oder Akryl-Elastomer als elastischem Bestandteil, entsteht das Self-Sensing dieser dielektrischen elektroaktiven Polymere in Zusammenarbeit mit einer elektrischen Auswerteeinheit, welche elektrische Eigenschaften (Kapazität, Impedanz ...) des elektroaktiven Polymers bzw. eines Stapels aus elektroaktivem Polymer ermittelt.

Aus diesen gemessenen elektrischen Eigenschaften (oder deren Änderungen) des elektroaktiven Polymers bzw. eines Stapels aus elektroaktivem Polymer kann dann wiederum ein Rückschluss beispielsweise auf einen Abstand der verschiedenen leitfähigen Schichten des Stapels und somit eine Verformung, insbesondere eine Kontraktion oder Dilatation, des elektroaktiven Polymers gezogen werden.

Vorzugsweise kommen im Rahmen einer im Rahmen der Erfindung eingesetzten EAP-Pumpe elektroaktive Polymere des dielektrischen Typs zum Einsatz, welche vorzugsweise elastisch sind.

Vorzugsweise verfügt das mindestens eine elektroaktive Polymer einer derartigen Pumpe über Self-Sensing-Eigenschaften. Mittels der Self-Sensing-Eigenschaften kann bei einer EAP-Pumpe somit direkt ermittelt werden, wie groß ein jeder ausgeführte Pumpenhub war und ob dieser stattgefunden hat und ggf. wie der zeitliche Verlauf / Ablauf (Hub über Zeit) war. Letzteres kann bei Veränderungen Rückschlüsse auf Alterung der Pumpe selbst geben. Hierdurch kann eine vorausschauende Wartung (predictive maintenance) ermöglicht werden: Kennt man beispielsweise eine Alterungskurve einer Pumpe, kann man anhand der ermittelten Alterung beispielsweise eine typische zu erwartende verbleibende Lebenszeit bis zum Ausfall abschätzen.

Insbesondere bei Dosierpumpen, welche im Rahmen einer Blutbehandlung zum Einsatz kommen, ist eine derartig genaue Überwachbarkeit der geförderten Volumina essentiell.

Es hat sich in der Praxis als vorteilhaft herausgestellt, wenn das mindestens eine elektroaktive Polymer einen Pumpenaktor der Pumpe bildet. Durch das Anlegen eines Potentials bzw. einer Spannung an das elektroaktive Polymer kann dieses verformt werden, wodurch zu förderndes Medium aus der Pumpe bewegt wird, da die Verformung / Längenausdehnung des elektroaktiven Polymers entlang der Richtung der Pumpbewegung / des Pumpenhubs der Pumpe erfolgt.

Das elektroaktive Polymer kann vorzugsweise einen Kolben oder eine Pumpenmembran antreiben oder auch direkt in Kontakt mit dem zu fördernden Medium stehen.

Vorzugsweise sind bei einer EAP-Pumpe, wie sie im Rahmen der vorliegenden Erfindung zum Einsatz kommt, mehrere Schichten elektroaktiver Polymere vorgesehen, welche vorzugsweise als Stapel („stack“) angeordnet sind. Alternativ oder zusätzlich können auch mehrere derartige Stapel mehrerer Schichten elektroaktiver Polymere nebeneinander und / oder übereinander angeordnet sein.

Weiterhin umfasst eine EAP-Pumpe vorzugsweise eine Steuereinheit, welche das mindestens eine elektroaktive Polymer zu einer definierten Verformung ansteuert, um so die Pumpe zu betätigen. Sind mehrere Stapel vorgesehen, so kann jeder Stapel mit einer eigenen Steuereinheit ausgestattet sein, es kann aber auch nur eine gemeinsame Steuereinheit vorgesehen sein.

Zudem umfasst eine EAP-Pumpe, wie sie im Rahmen der vorliegenden Erfindung zum Einsatz kommt, vorzugsweise eine Messeinheit, welche die Verformung des mindestens einen elektroaktiven Polymers und / oder den Abstand mindestens zweier Schichten eines Stapels elektroaktiver Polymere misst, um so den Grad der Verformung bzw. die Amplitude eines Pumpenhubs der Pumpe zu bestimmen.

Die Messeinheit kann teil der Steuerungseinheit sein und / oder mit dieser Daten austauschen. Alternativ oder zusätzlich kann die Messeinrichtung dazu ausgelegt sein, die Messdaten an einen externen Empfänger zu übertragen, sodass die Funktion der Pumpe von fern überwacht und / oder dokumentiert werden kann.

Zudem kann die Pumpe mit einer Kraftbündelungsstruktur ausgestattet sein, welche dazu ausgelegt ist, die durch die Verformung des mindestens einen elektroaktiven Polymers entstehenden Kräfte zu bündeln und gezielt auf eine andere Struktur zu übertragen, wobei vorzugsweise die Fläche der Kraftbündelungsstruktur kleiner als die Fläche des mindestens einen elektroaktiven Polymers ist.

Durch die Verringerung der Fläche werden die Kräfte / der Druck des elektroaktiven Polymers bzw. der Stapel elektroaktiver Polymere fokussiert, sodass ein höherer Druck erreicht werden kann. Drückt die Kraftbündelungsstruktur beispielsweise auf einen Ventilsitz, so kann hierdurch beispielsweise ein besonders sicheres Schließen der Pumpe erreicht werden.

Beispielsweise können zwei nebeneinander oder übereinander angeordnete Stapel elektroaktiver Polymere auf eine gemeinsame Kraftbündelungsstruktur wirken.

Weiterhin kann bei einer EAP-Pumpe, wie sie im Rahmen der vorliegenden Erfindung zum Einsatz kommt, das mindestens eine elektroaktive Polymer mit einem Druckwandler verbunden sein. Der Druckwandler kann hierbei ebenfalls ein Stapel elektroaktiver Polymere sein, wodurch die Self-Sensing-Eigenschaften verstärkt werden und die Betätigung der Pumpe (Pumpenhub, Frequenz etc.) besonders präzise überwacht werden kann.

Das mindestens eine elektroaktive Polymer kann über den Druckwandler mit der Kraftbündelungsstruktur verbunden sein und / oder der Druckwandler kann als Kraftbündelungsstruktur wirken.

Beim Dosieren einer Lösung über einen hydraulischen Druckspeicher in eine fluidführende Leitung stromaufwärts einer Bilanzkammer einer Blutbehandlungsmaschine

bzw. bei einer Blutbehandlungsmaschine mit hydraulischem Druckspeicher, welche für eine solche Dosierung konfiguriert ist, ist ein Self-Sensing einer den hydraulischen Druckspeicher speisenden Dosierpumpe besonders vorteilhaft und wünschenswert, denn durch die hydraulische Pufferwirkung des Druckspeichers ist die hydraulische Kopplung zwischen Dosierpumpe und Lösungsstrom in der fluidführenden Leitung indirekt bzw. zeitlich entkoppelt.

Daher ist es besonders vorteilhaft und wünschenswert, ein Self-Sensing der Dosierpumpe dahingehend zu nutzen, dass überprüft wird, ob tatsächlich Lösung in vollem Umfang durch die Dosierpumpe gefördert wurde – oder ob es eventuell zu einem teilweisen oder vollständigen Rückstrom aus dem hydraulischen Druckspeicher in eine Dosierpumpe gekommen ist. Mittels Self-Sensing einer Pumpe kann beispielsweise vorteilhaft erkannt werden, ob ein Pumphub zu 100% ausgeführt wurde oder ob ein Hub nicht vollständig ausgeführt wurde, sodass ein Restvolumen infolge des unvollständigen Hubs nicht aus der Dosierpumpe an den Druckspeicher gegeben wurde.

Ein anderer Aspekt der Erfindung betrifft eine Verwendung eines hydraulischen Druckspeichers zum Dosieren einer Lösung, insbesondere einer Elektrolytlösung, in eine fluidführende Leitung, vorzugsweise eine Leitung stromaufwärts einer Bilanzkammer einer Blutbehandlungsmaschine, vorzugsweise im Rahmen eines erfindungsgemäßen Verfahrens und / oder in einer erfindungsgemäßen Blutbehandlungsmaschine.

Weitere Merkmale, Effekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung erben sich aus der nachstehenden Beschreibung einer Ausführungsform der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren, in welchen gleiche oder ähnliche Bauteile mit denselben Bezugszeichen bezeichnet sind. Hierbei zeigt:

Fig. 1 einen beispielhaften Druckverlauf während eines Bilanzkammerzyklus, und
Fig. 2 eine Ausführungsform der Erfindung.

Wie in Fig. 1 gezeigt, kann der Druckverlauf in einer fluidführenden Leitung stromaufwärts einer Bilanzkammer eines Blutbehandlungsgeräts, insbesondere eines Dialysegeräts, während eines Bilanzkammerzyklus in drei Phasen unterteilt werden. In Phase 1 wird die Bilanzkammer gefüllt, Flüssigkeit fließt durch die Leitung und es kommt somit zu einem Druckabfall in der Leitung. In Phase 2, in welcher die Bilanzkammer gefüllt ist, ist der Druck in der Leitung relativ konstant. In Phase 3 wird Flüssigkeit aus der Bilanzkammer gedrückt, es kommt zu einem korrespondierenden Druckanstieg in der Leitung.

Da in Phase 1 der Druck in der Leitung am geringsten ist, und somit Flüssigkeit gegen einen möglichst geringen Widerstand eingespeist werden kann, erfolgt im Rahmen der vorliegenden Erfindung die Einspeisung / Zudosierung von Lösungen vorzugsweise in Phase 1.

Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung, beispielsweise in einer Dialysemaschine.

Zwischen einer Pumpe 1 zum Fördern einer Lösung aus einem Behälter 2, insbesondere einem Konzentratbehälter, und einer fluidführenden Leitung 3, welche stromaufwärts einer Bilanzkammer 4 angeordnet ist, befindet sich ein hydraulischer Druckspeicher / Windkessel 5.

Die Pumpe 1 fördert Flüssigkeit aus dem Behälter 2 in den Windkessel 5. Eine Zahnradpumpe 6 fördert Flüssigkeit in die Leitung 3, in welcher die Flüssigkeit über ein Ventil 7 in die Bilanzkammer 4 fließt.

Zwischen dem Windkessel 5 und der Leitung 3 ist ein Rückschlagventil 8 angeordnet, welches einen unidirektionalen Fluss von dem Windkessel 5 zu der Leitung 3 ermöglicht.

Durch das Fördern von Flüssigkeit durch die Pumpe 1 in den Windkessel 5 erhöht sich der Druck in dem Windkessel 5 und der Windkessel wird in eine elastische

Spannungsposition gebracht. Übersteigt der Druck in dem Windkessel 5 den Druck in der Leitung 3 (aufgrund der Förderung von Fluid durch die Pumpe 6), so öffnet sich das Rückschlagventil 8 und das elastische Material des Windkessels 5 entspannt sich, wodurch Flüssigkeit in die Leitung 3 eingespeist wird.

In der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform ist in dem Einspeisungspunkt in die Leitung 3 eine Venturi-Düse 9 vorgesehen, mittels welcher der Druck in der Leitung 3 verringert werden kann, um so die Einspeisung von Fluid in die Leitung 3 zu unterstützen.

Ansprüche

1. Verfahren zum Dosieren einer Lösung, insbesondere einer Elektrolytlösung, in eine fluidführende Leitung, vorzugsweise eine Leitung stromaufwärts einer Bilanzkammer einer Blutbehandlungsmaschine, mit den Schritten:

- Fördern der Lösung mittels einer Pumpe in einen hydraulischen Druckspeicher, wobei in dem hydraulischen Druckspeicher ein Druck aufgebaut wird;
- Einspeisen der Lösung in die fluidführende Leitung, sobald der Druck in dem hydraulischen Druckspeicher einen Druck in der fluidführenden Leitung überschreitet, wodurch ein Freigabeelement zwischen dem hydraulischen Druckspeicher und der fluidführenden Leitung einen Fluss der Lösung von dem hydraulischen Druckspeicher zu der fluidführenden Leitung freigibt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Freigabeelement ein Mittel zum Verhindern eines Rückflusses, insbesondere in Form eines Rückschlagventils oder steuerbaren Ventils, ist, welches einen Fluss von Fluid von der fluidführenden Leitung zu dem hydraulischen Druckspeicher verhindert.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Fördern der Lösung durch die Pumpe in den hydraulischen Druckspeicher

kontinuierlich erfolgt und das Einspeisen der Lösung aus dem hydraulischen Druckspeicher in die fluidführende Leitung in Intervallen und / oder stoßweise erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin mit dem Schritt: Absenken des Drucks an einem Einspeisungspunkt der fluidführenden Leitung, in welchem Fluid von dem hydraulischen Druckspeicher eingespeist wird, vorzugsweise mittels eines am Einspeisungspunkt oder in der Nähe des Einspeisungspunkts verbauten Druckeinstellungselements, insbesondere in Form einer Venturi-Düse oder eines Drosselventils.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zum Fördern der Lösung eingesetzte Pumpe eine Pumpe mit einem elektroaktiven Polymer, eine Pumpe mit Piezo-Kristallen, eine Membranpumpe, eine peristaltische Pumpe, eine Zentrifugalpumpe, eine Impellerpumpe oder eine Zahnrادpumpe ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zum Fördern der Lösung eingesetzte Pumpe eine Pumpe mit mindestens einem elektroaktiven Polymer ist, welches über Self-Sensing-Eigenschaften verfügt.

7. Vorrichtung zur Bereitstellung einer medizinischen Lösung aufweisend Elektrolytbestandteile und Wasserbestandteile, welche vorzugsweise dazu ausgelegt ist, ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen einer Pumpe zum Fördern einer Lösung, insbesondere einer Elektrolytlösung, und einer fluidführenden Leitung vorzugsweise stromaufwärts einer Bilanzkammereiner Blutbehandlungsmaschine, ein hydraulischer Druckspeicher und diesem fluidisch nachgeschaltet vorzugsweise ein Freigabeelement vorgesehen ist, welches dazu ausgelegt ist, sobald ein Druck in dem hydraulischen Druckspeicher einen Druck in der fluidführenden Leitung überschreitet, einen Fluss der Lösung von dem hydraulischen Druckspeicher zu der fluidführenden Leitung freizugeben.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Freigabeelement ein Mittel zum Verhindern eines Rückflusses, insbesondere in Form eines Rückschlagventils oder steuerbaren Ventils, ist, welches einen Fluss von Fluid von der fluidführenden Leitung zu dem hydraulischen Druckspeicher verhindert.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass an einem Einspeisungspunkt oder in der Nähe eines Einspeisungspunkts, in welchem Fluid von dem hydraulischen Druckspeicher in die fluidführende Leitung eingespeist wird, ein Druckeinstellungselement, insbesondere in Form einer Venturi-Düse oder eines Drosselventils, angeordnet ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpe zum Fördern der Lösung eine Pumpe mit einem elektroaktiven Polymer, eine Pumpe mit Piezo-Kristallen, eine Membranpumpe, eine peristaltische Pumpe, eine Zentrifugalpumpe, eine Impellerpumpe oder eine Zahnradpumpe ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die zum Fördern der Lösung eingesetzte Pumpe eine Pumpe mit mindestens einem elektroaktiven Polymer ist, welches über Self-Sensing-Eigenschaften verfügt.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, weiterhin mit einem Steuergerät, welches dazu ausgelegt ist, die Pumpe dazu anzusteuern, eine Lösung, insbesondere eine Elektrolytlösung, in den hydraulischen Druckspeicher zu fördern, vorzugsweise bis ein Druck in dem hydraulischen Druckspeicher einen Druck in der mit dem hydraulischen Druckspeicher verbundenen fluidführenden Leitung übersteigt, wodurch das Freigabeelement zwischen dem hydraulischen Druckspeicher und der fluidführenden Leitung geöffnet wird und einen Fluss der Lösung von dem hydraulischen Druckspeicher zu der fluidführenden Leitung freigibt.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät dazu ausgelegt ist, die Vorrichtung dazu anzusteuern, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 auszuführen.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Freigabeelement ein steuerbares Ventil ist, welches vorzugsweise am Ausgang des hydraulischen Druckspeichers hin zu der fluidführenden Leitung angeordnet ist, und das Steuergerät dazu ausgelegt ist, das steuerbare Ventil in Abhängigkeit von den Phasen der Bilanzkammer anzusteuern.

15. Verwendung eines hydraulischen Druckspeichers zum Dosieren einer Lösung, insbesondere einer Elektrolytlösung, in eine Leitung stromaufwärts einer Bilanzkammer einer Blutbehandlungsmaschine, vorzugsweise im Rahmen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 und / oder in einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 14.

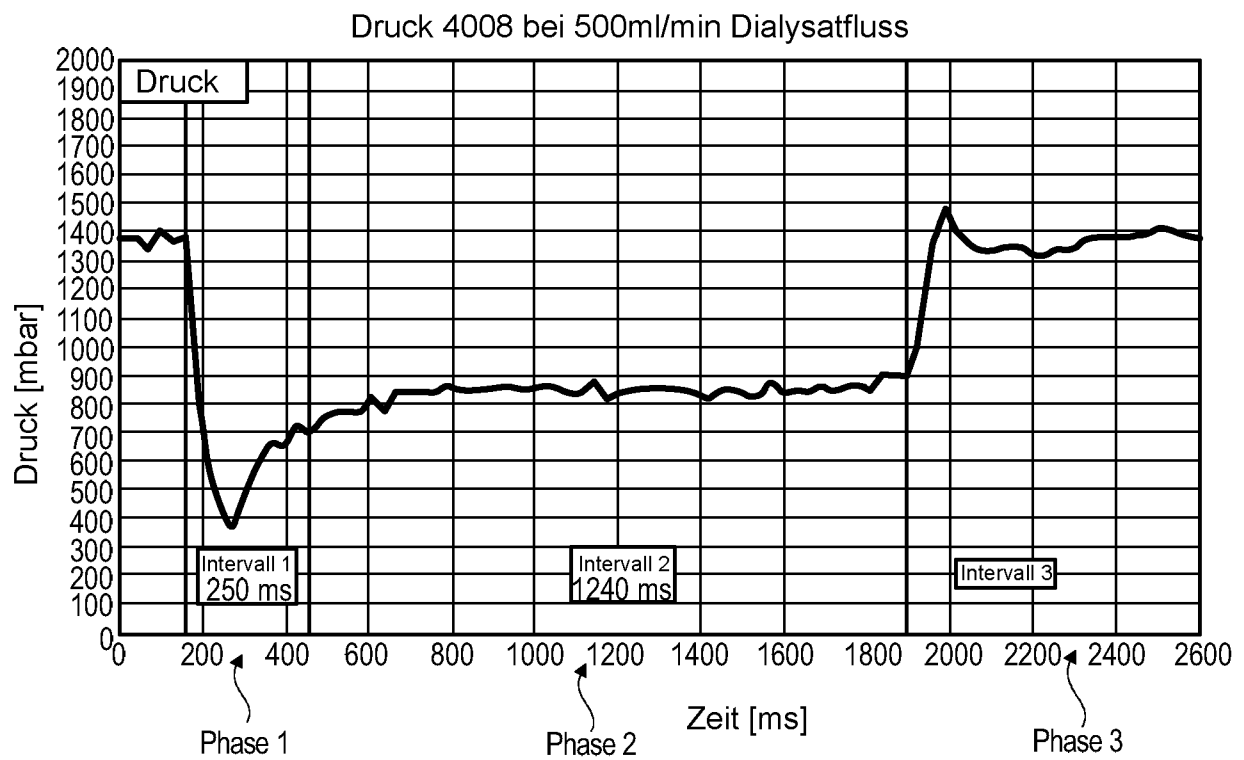


Fig. 1

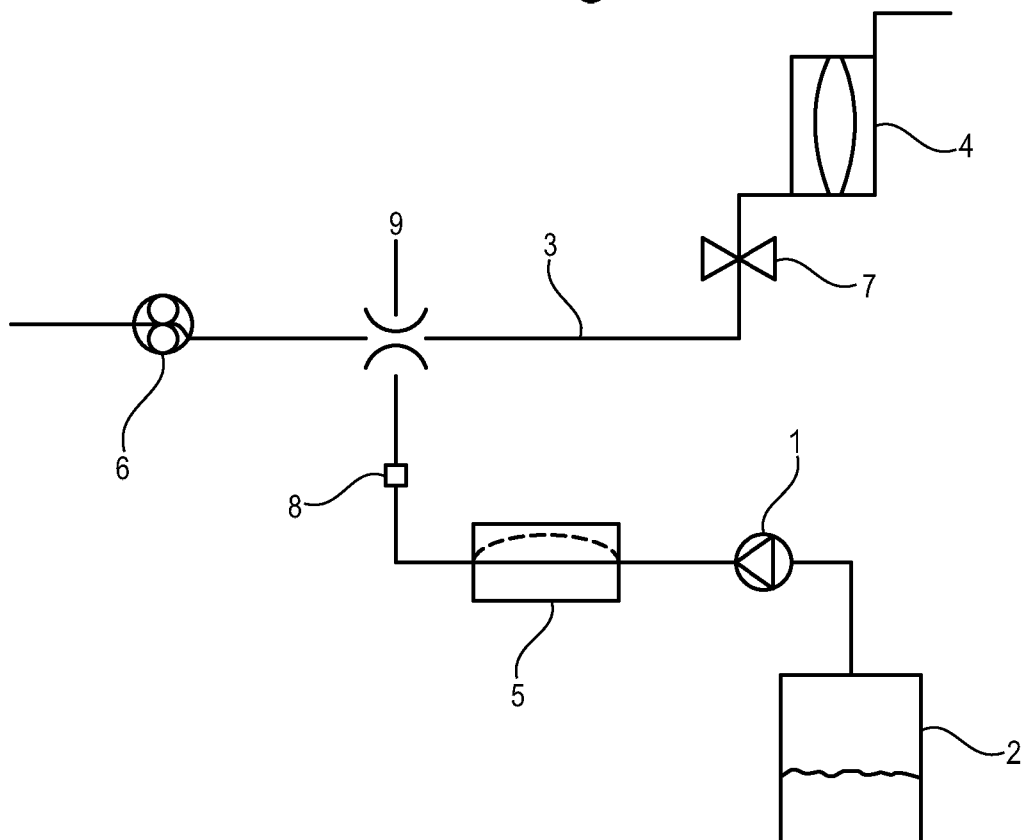


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/067864

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**A61M 1/16**(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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2016109421 A1 (BLUCHEL CHRISTIAN GERT [SG] ET AL) 21 April 2016 (2016-04-21)	1,2,7,8,12,13
Y	paragraphs [0095] - [0099]; figures 1A-1C	5,6,11
A		14,15
X	DE 102018220890 A1 (BRAUN MELSUNGEN AG [DE]) 04 June 2020 (2020-06-04)	1,2,7,8,12,13
Y	paragraphs [0077] - [0078], [0081] - [0082]; figures 1-4	5,6,11
X	US 2016015873 A1 (ROBINSON TIMOTHY MARK [GB] ET AL) 21 January 2016 (2016-01-21)	1-4,7-10,12,13
	paragraphs [0020] - [0027], [0031] - [0036]; figures 3-4	
X	WO 2013113882 A2 (EMITEC EMISSIONSTECHNOLOGIE [DE]) 08 August 2013 (2013-08-08)	1
	page 11, lines 1-19; figure 1 page 12, lines 9-33	
Y	US 2004008853 A1 (PELRINE RONALD E [US] ET AL) 15 January 2004 (2004-01-15)	5,6,11
	abstract; figures paragraphs [0017] - [0019], [0236]	

☐ 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

23 September 2021

Date of mailing of the international search report

05 October 2021

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

Kaden, Malte

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/067864

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2016109421	A1	21 April 2016	AU	2016312935	A1	08 March 2018
				EP	3340861	A1	04 July 2018
				JP	2018533993	A	22 November 2018
				US	2016109421	A1	21 April 2016
				WO	2017034481	A1	02 March 2017
DE	102018220890	A1	04 June 2020	DE	102018220890	A1	04 June 2020
				EP	3890804	A1	13 October 2021
				WO	2020114677	A1	11 June 2020
US	2016015873	A1	21 January 2016	EP	3169381	A1	24 May 2017
				EP	3424544	A1	09 January 2019
				US	2016015873	A1	21 January 2016
				US	2019328941	A1	31 October 2019
				WO	2016010792	A1	21 January 2016
WO	2013113882	A2	08 August 2013	CN	104093946	A	08 October 2014
				DE	102012002059	A1	08 August 2013
				EP	2809898	A2	10 December 2014
				JP	2015507125	A	05 March 2015
				KR	20140115351	A	30 September 2014
				RU	2014135644	A	27 March 2016
				US	2014338311	A1	20 November 2014
				WO	2013113882	A2	08 August 2013
US	2004008853	A1	15 January 2004	AT	521128	T	15 September 2011
				AU	2003225913	A1	08 October 2003
				DK	1512215	T3	05 December 2011
				EP	1512215	A1	09 March 2005
				EP	2317639	A1	04 May 2011
				JP	5828716	B2	09 December 2015
				JP	2005522162	A	21 July 2005
				JP	2011087460	A	28 April 2011
				JP	2011236916	A	24 November 2011
				US	2004008853	A1	15 January 2004
				US	2006158065	A1	20 July 2006
				US	2007164641	A1	19 July 2007
				US	2010026143	A1	04 February 2010
				WO	03081762	A1	02 October 2003

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. A61M1/16
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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y A	US 2016/109421 A1 (BLUCHEL CHRISTIAN GERT [SG] ET AL) 21. April 2016 (2016-04-21) Absätze [0095] - [0099]; Abbildungen 1A-1C -----	1,2,7,8, 12,13 5,6,11 14,15
X Y	DE 10 2018 220890 A1 (BRAUN MELSUNGEN AG [DE]) 4. Juni 2020 (2020-06-04) Absätze [0077] - [0078], [0081] - [0082]; Abbildungen 1-4 -----	1,2,7,8, 12,13 5,6,11
X	US 2016/015873 A1 (ROBINSON TIMOTHY MARK [GB] ET AL) 21. Januar 2016 (2016-01-21) Absätze [0020] - [0027], [0031] - [0036]; Abbildungen 3-4 ----- -/-	1-4, 7-10,12, 13

☒ 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

23. September 2021

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/10/2021

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

Kaden, Malte

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2013/113882 A2 (EMITEC EMISSIONSTECHNOLOGIE [DE]) 8. August 2013 (2013-08-08) Seite 11, Zeilen 1-19; Abbildung 1 Seite 12, Zeilen 9-33 -----	1
Y	US 2004/008853 A1 (PELRINE RONALD E [US] ET AL) 15. Januar 2004 (2004-01-15) Zusammenfassung; Abbildungen Absätze [0017] - [0019], [0236] -----	5,6,11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/067864

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2016109421	A1	21-04-2016	AU	2016312935 A1		08-03-2018
			EP	3340861 A1		04-07-2018
			JP	2018533993 A		22-11-2018
			US	2016109421 A1		21-04-2016
			WO	2017034481 A1		02-03-2017

DE 102018220890	A1	04-06-2020	DE	102018220890 A1		04-06-2020
			EP	3890804 A1		13-10-2021
			WO	2020114677 A1		11-06-2020

US 2016015873	A1	21-01-2016	EP	3169381 A1		24-05-2017
			EP	3424544 A1		09-01-2019
			US	2016015873 A1		21-01-2016
			US	2019328941 A1		31-10-2019
			WO	2016010792 A1		21-01-2016

WO 2013113882	A2	08-08-2013	CN	104093946 A		08-10-2014
			DE	102012002059 A1		08-08-2013
			EP	2809898 A2		10-12-2014
			JP	2015507125 A		05-03-2015
			KR	20140115351 A		30-09-2014
			RU	2014135644 A		27-03-2016
			US	2014338311 A1		20-11-2014
			WO	2013113882 A2		08-08-2013

US 2004008853	A1	15-01-2004	AT	521128 T		15-09-2011
			AU	2003225913 A1		08-10-2003
			DK	1512215 T3		05-12-2011
			EP	1512215 A1		09-03-2005
			EP	2317639 A1		04-05-2011
			JP	5828716 B2		09-12-2015
			JP	2005522162 A		21-07-2005
			JP	2011087460 A		28-04-2011
			JP	2011236916 A		24-11-2011
			US	2004008853 A1		15-01-2004
			US	2006158065 A1		20-07-2006
			US	2007164641 A1		19-07-2007
			US	2010026143 A1		04-02-2010
			WO	03081762 A1		02-10-2003
