



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 011 063 T2** 2009.01.29

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 644 051 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 011 063.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/GB2004/003203**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 743 535.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2005/011759**

(86) PCT-Anmeldetag: **23.07.2004**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **10.02.2005**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **12.04.2006**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **02.01.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.01.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **A61L 2/18** (2006.01)

**A61L 2/26** (2006.01)

**A61L 2/00** (2006.01)

**C01B 11/02** (2006.01)

**C11D 3/00** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**0317155 23.07.2003 GB**

(73) Patentinhaber:

**Tristel PLC, Snailwell, Newmarket, GB**

(74) Vertreter:

**Maikowski & Ninnemann, Pat.-Anw., 10707 Berlin**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR**

(72) Erfinder:

**HAWKER, Michael John, Hadleigh IP7 5AP, GB;**

**ALLEN, Timothy Derek, Poole BH17 0GD, GB;**

**SWINNEY, Paul, Snailwell, Newmarket CB8 7NY, GB**

(54) Bezeichnung: **ERZEUGUNG VON CHLORDIOXID**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur bedarfsweisen Herstellung von Chlordioxid und zu einem Chlordioxid-Generator, der bei dem Verfahren verwendet werden kann. Die Erfindung eignet sich insbesondere zur Verwendung in einer medizinischen Einrichtung zur Erzeugung eines Stroms von wässrigem Chlordioxid für die Sterilisation von medizinischen und zahntechnischen Geräten oder zur Wundspülung oder Asepsis der Haut.

## Hintergrund der Erfindung

**[0002]** Chlordioxid ist ein wichtiges Sterilisationsmittel in medizinischen Einrichtungen, wie z. B. in Praxen und Krankenhäusern. Es kann aus Gemischen verschiedener Reagenzien geformt werden, u. a.: Chlorit und Säure; Chlorat, Peroxid und Säure; und Chlorit, Hypochlorit und einem geeigneten Puffer. Chlordioxid verfügt über hervorragende sterilisierende und bakterizide Eigenschaften und es ist bei oraler Einnahme bei Menschen und Tieren relativ sicher.

**[0003]** Die Reinigung von Endoskopen und anderen medizinischen Geräten mit geeigneten Chlordioxid-Lösungen ist in im Europäischen Patent Nummer 0 785 719 und in US-Patent Nummern 5,696,046 und 6,007,772 beschrieben.

**[0004]** Das Mischen von Chargen von Chlordioxid-Lösungen zur Verwendung in Sterilisationsgeräten oder anderen Anwendungen ist nicht immer einfach. Demnach besteht ein Bedarf nach einem Gerät zur „bedarfsweisen“ Herstellung von Chlordioxid in einem medizinischen Umfeld.

**[0005]** Ein Gerät zur Herstellung von Chlordioxid ist aus US Patent Nummern 4,534,952 und 6,051,135 und der Internationalen Patentveröffentlichung Nummer WO 03/000586 bekannt. Diese Geräte sind aber für Anwendungen, wie z. B. Pulpebleichen, Fettbleichen und Wasseraufbereitung bestimmt. Bei vielen dieser Anwendungen können Reagenzien wie z. B. Schwefelsäure sowie die Anwesenheit von nicht umgesetzten Reagenzien und Nebenprodukten, wie z. B. Schaum in der Chlordioxid-Lösung toleriert werden.

## Zusammenfassung der Erfindung

**[0006]** Nach einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Erzeugung eines Stroms von wässriger Chlordioxid-Sterilisationsflüssigkeit zur Verwendung bei der Sterilisierung von medizinischen und zahnärztlichen Geräten oder zur Wundspülung oder aseptischen Hautbehandlung bereitgestellt, wobei das Verfahren Folgendes umfasst:

Pumpen von Flüssigkeitsanteilen eines ersten Reagenz und eines zweiten Reagenz in das proximale Ende einer länglichen Reaktionskammer, wobei die Reagenzien so ausgewählt werden, dass sie zur Bildung von wässrigem Chlordioxid miteinander reagieren;

Bereitstellen eines Wasserstroms um das oder neben dem distalen Ende der Reaktionskammer; fortgesetztes Pumpen von Flüssigkeitsanteilen der Reagenzien, damit das Reagenzgemisch durch die Reaktionskammer und dann in den Wasserstrom läuft, um einen Strom aus wässriger Chlordioxid-Sterilisationsflüssigkeit zu bilden;

wobei die Pumpgeschwindigkeiten und die inneren Abmessungen der länglichen Reaktionskammer so gewählt sind, dass die Reaktion zur Bildung von Chlordioxid im Wesentlichen abgeschlossen ist, wenn das Reagenzgemisch aus der Reaktionskammer austritt; und

wobei das Pumpen der Flüssigkeitsanteile der Reagenzien fortgesetzt wird, bis eine gewünschte Menge der Sterilisationsflüssigkeit erzeugt ist;

wobei das Pumpen jedes Reagenz mithilfe einer Membranpumpe oder einer Kolbenpumpe über ein Druckregelventil durchgeführt wird, so dass jeder Flüssigkeitsanteil im Wesentlichen mit konstantem Druck gepumpt wird.

**[0007]** Durch das Pumpen durch ein Druckregelventil können genau abgemessene Anteile jedes Reagenz abgegeben werden. Das bedeutet wiederum, dass eine genau abgemessene Menge Chlordioxid in den Wasserstrom gespritzt werden kann, um eine Sterilisationsflüssigkeit mit einer Chlordioxidkonzentration bereitzustellen, die für den jeweiligen Anwendungszweck geeignet ist.

**[0008]** Der Wasserstrom kann Druckwasser aus der Leitung sein oder er kann mit einem anderen, für den jeweiligen Verwendungszweck passenden Druck gepumpt werden. Das Chlordioxid kann beispielsweise in Wasser gespritzt werden, das mit niedrigem Druck aus einem Flaschenvorrat für Anwendungen am Verwendungsort, wie z. B. Wundspülung bei einer Operation, gepumpt wird.

**[0009]** Das Verfahren ermöglicht die Bereitstellung von Chlordioxid auf kontinuierlicher Basis zur direkten Injektion in einen Wasservorrat mit einer Geschwindigkeit, die durch die Anwendung vorgegeben ist. Bei Verwendung von Leitungswasser werden nur zwei separate Pumpen benötigt, bei Anwendungen mit Wasser in Flaschen werden drei Pumpen benötigt.

**[0010]** Die Flüssigkeitsanteile können gleichzeitig oder nacheinander gepumpt werden. Vorzugsweise werden die Flüssigkeitsanteile gleichzeitig gepumpt. In einer Ausführungsform werden die Flüssigkeitsanteile abwechselnd bei niedrigen Strömungsraten und

gleichzeitig bei höheren Strömungsraten gepumpt. Diese Anordnung erleichtert die Anpassung an eine Vielzahl von Strömungsraten innerhalb der Leistungsspezifikation der Pumpen. Für sehr niedrige Strömungsraten können minimale Volumen gepumpt werden, im Vergleich zu dem Volumen, das bei einem vollständigen Pumpenzyklus ausgegeben wird. Vorzugsweise wird jedes Reagenz mit derselben Geschwindigkeit gepumpt, so dass gleiche Volumen gemischt werden.

**[0011]** Es ist wichtig, dass die Reagenzien so ausgewählt werden, dass die Sterilisationsflüssigkeit für Anwendungen wie z. B. Wundspülung physiologisch annehmbar ist. Bevorzugte Reagenzien sind Chlorit (insbesondere Natriumchlorit) und organische Säuren (insbesondere ein Gemisch aus Zitronensäure, Sorbinsäure und Borsäure). Der Einfachheit halber wird die Erfindung hiernach mit Bezug auf die Verwendung von Natriumchlorit-Lösung als erstes Reagenz (oder „Base“) und ein Gemisch aus Zitronensäure-, Sorbinsäure- und Borsäurelösungen als zweites Reagenz (oder „Aktivator“) beschrieben. Es versteht sich jedoch, dass die Erfindung nicht auf diese bevorzugte Ausführungsform beschränkt ist. Für Anwendungen, bei denen medizinische Geräte sterilisiert werden, kann ein Korrosionshemmer zugefügt werden, insbesondere zum Aktivator. Geeignete Korrosionshemmer sind in EP 0 785 719 beschrieben. Diese Hemmer werden für die vorliegende Anwendung bevorzugt, aber es können auch andere geeignete Korrosionshemmer verwendet werden.

**[0012]** Wir haben gefunden, dass sowohl Kolbenpumpen als auch Membranpumpen in der vorliegenden Erfindung verwendet werden können. Der Pumpenkörper und die Ventilbauteile, die mit  $\text{ClO}_2$  in Berührung kommen, bestehen vorteilhaft aus Edelstahl, Keramik oder einer chemisch widerstandsfähigen Sorte eines Kunststoffmaterials, wie z. B. PVDF oder PTFE. Membranpumpen werden aus Kostengründen besonders bevorzugt und die Erfindung wird der Einfachheit halber hierin mit Bezug auf die Verwendung von Membranpumpen beschrieben. Die Membranen sind vorzugsweise mit PTFE beschichtet.

**[0013]** Jede Pumpe ist vorzugsweise mit einem Entlüftungsventil versehen, damit sie entlüftet werden kann. In einer bevorzugten Ausführungsform werden Pumpen elektronisch von einem Schrittmotor gesteuert. Der Schaft des Schrittmotors ist besonders bevorzugt mit einem optischen Codierer zur präzisen Messung der Schaftbewegung ausgestattet. Durch Weiterleitung der Messdaten von optischen Codierern zum elektronischen Regler kann eine sehr präzise Messung und Kontrolle des Pumpenbetriebs erreicht werden. Dies gestattet wiederum die Zufuhr von präzise kontrollierten Mengen wässrigen Chlordioxids in den Wasserstrom.

**[0014]** Neben der präzisen Kontrolle der Pumpen ist es auch wünschenswert, die Konzentration von Chlordioxid in der Sterilisationsflüssigkeit zu messen, beispielsweise durch Verwendung einer ionenselektiven Elektrode oder einer anderen Sonde, um zu bestätigen, dass sie innerhalb akzeptabler Grenzen liegt oder um Anpassungen der Prozessparameter auszulösen. Die Messung der Wasserströmungsrate und die Durchführung des Verfahrens unter einer geschlossenen Feedback-Reglungsanordnung wird ebenfalls bevorzugt. Je nach gewünschter Chlordioxid-Konzentration in der Sterilisationsflüssigkeit und der Strömungsrate werden die Pumpen so gesteuert, dass sie die Reagenzien mit der erforderlichen Geschwindigkeit, die durch optische Codierer überwacht und bei Bedarf dynamisch angepasst wird, in die Reaktionskammer dosieren.

**[0015]** Die Sonde kann mit einem Prozessor verbunden sein, der ein sicht- oder hörbares Signal abgibt, wenn die gemessene Chlordioxid-Konzentration innerhalb der vorgegebenen Grenzen liegt. Beispielsweise könnten weiße, grüne und rote Lampen auf eine zu niedrige Konzentration, eine akzeptable Konzentration bzw. eine zu hohe Konzentration hinweisen.

**[0016]** Aufgrund von räumlichen Beschränkungen in medizinischen Umfeldern, wie z. B. Operationssälen, ist die Reaktionskammer vorzugsweise gekrümmt oder gebogen, damit sie kompakter ist. Besonders bevorzugt ist die Reaktionskammer eine Spule, insbesondere eine spiralförmige Spule. Die Erfindung wird der Einfachheit halber mit Bezug auf die Verwendung einer spiralförmigen Spule beschrieben. Eine bevorzugte Verweilzeit in der Spule liegt im Bereich von 20–40 Sekunden, insbesondere ca. 30 Sekunden. Um Pumpenraten von 20 ppm  $\text{ClO}_2$  in Wasser bei einer Strömungsgeschwindigkeit von 20 l/min zu erreichen, haben wir gefunden, dass eine Mischspule mit einer Kapazität von 20 ml mit einem Innendurchmesser von ca. 4 mm geeignet ist, während für größere Mischspulen von 100 ml oder 200 ml Kapazität (zum Erreichen von 100 ppm bzw. 200 ppm) ein Innendurchmesser von ca. 8 mm geeignet ist. In jedem Fall wird die Kapazität der Spule so gewählt, dass eine Verweilzeit von ca. 30 Sekunden die gewünschte  $\text{ClO}_2$ -Konzentration in der Sterilisationsflüssigkeit ergibt.

**[0017]** Entlüftungsventile können vorgesehen werden, um Abführen der Reagenzien und von Chlordioxid aus der Reaktionskammer zu ermöglichen. Durch Entleeren der Reaktionskammer, wenn Chlordioxid nicht benötigt wird, kann die Lebensdauer der Reaktionskammer und der zugehörigen Ventilelemente verlängert werden. In einer bevorzugten Ausführungsform gestattet die Ventilanordnung Spülen der Reaktionskammer mit Wasser aus dem Wasservorrat, der den Wasserstrom zur Bildung der Sterilisati-

onsflüssigkeit bereitstellt.

#### Produktvarianten

**[0018]** Der  $\text{ClO}_2$ -Generator muss  $\text{ClO}_2$  für eine Vielzahl verschiedener Dosieranforderungen bereitstellen können.

**[0019]** Bei einigen ist es erforderlich, dass  $\text{ClO}_2$  in einen Leitungswasservorrat bis zu 400 kPa gespritzt wird, während bei anderen  $\text{ClO}_2$  in Wasser gespritzt werden muss, dass mit niedrigem Druck aus einem Flaschenvorrat für Anwendungen am Einsatzort, wie z. B. Wundspülung bei einer Operation, gepumpt wird. Die Konzentration von  $\text{ClO}_2$  und die Strömungsrate schwanken je nach Anwendungszweck. In der Regel liegen die  $\text{ClO}_2$ -Konzentrationen im Bereich von 5 ppm bis 200 ppm, insbesondere 20 ppm bis 200 ppm, während die Strömungsgeschwindigkeiten von dosiertem Wasser im Bereich von 0 bis 30 Liter pro Minute liegen.

**[0020]** Produktvariante 1 – Eine Vorrichtung, die dem eingehenden Leitungswasservorrat  $\text{ClO}_2$  in einer Konzentration von 20 ppm zur Verwendung im Spülzyklus von Endoskop-Wasch-Desinfektionsmaschinen zufügt.

**[0021]** Produktvariante 2 – Eine Vorrichtung, die dem eingehenden Leitungswasservorrat  $\text{ClO}_2$  in einer Konzentration von 20 ppm zur Verwendung im Spülzyklus von Endoskop-Wasch-Desinfektionsmaschinen zufügt und die dem eingehenden Leitungswasservorrat  $\text{ClO}_2$  in einer Konzentration von 80 ppm zur Verwendung im Dekontaminationszyklus zufügt.

**[0022]** Produktvariante 3 – Eine Vorrichtung, die dem eingehenden Leitungswasservorrat  $\text{ClO}_2$  in einer Konzentration von 200 ppm zur Verwendung im Dekontaminationszyklus von Endoskop-Wasch-Desinfektionsmaschinen zufügt.

**[0023]** Produktvariante 4 – Eine Vorrichtung, die automatisch  $\text{ClO}_2$  in einer Verdünnung von 20 ppm den Rückflussverhinderern zufügt, die an mehreren Stellen im Krankenhaus am Leitungswasser-Vorratskreislauf angebracht sind. Vorlauftanks werden angebracht, um sicherzustellen, dass am Anwendungsort im Krankenhaus keine Verunreinigungen in die eingehende Hauptwasserleitung eingedrungen sind.  $\text{ClO}_2$  wird zurzeit in einer Verdünnung von 20 ppm manuell vom Wartungsteam in den Tank gegeben. Dieser Vorgang könnte auch automatisiert werden.

**[0024]** Produktvariante 5 – Eine Vorrichtung, insbesondere zur Verwendung im Endoskop-Reinigungsraum von Krankenhäusern, die mit einem Waschprogramm mit 4 Abflussbecken arbeiten. Becken 1 ist für Waschmittel bestimmt. Becken 2 ist für die Wasser-spülung mit gefiltertem Wasser bestimmt. Becken 3

ist für Desinfektionsmittel bestimmt. Becken 4 ist für die Spülung mit gefiltertem Wasser bestimmt. Jedes Becken hat einen an der Wand befestigten Wasserhahn darüber.

**[0025]** Dieses System findet man häufig in Frankreich, wo zurzeit Glutaraldehyd verwendet wird. Neben den gesundheitlichen und sicherheitstechnischen Vorteilen von  $\text{ClO}_2$  besteht der Wunsch, Glutaraldehyd nicht mehr zu verwenden, weil es die CJD-Prionen nicht wirksam vernichtet und weil es für den Menschen toxisch ist.

**[0026]** Bei dieser Variante würde eine Dosis von 400–2000 ppm in das Desinfektionswasser als Ersatz von Glutaraldehyd gelangen. Das Gerät kann unter dem Becken befestigt werden und  $\text{ClO}_2$  kann über Leitungen zu dem an der Wand befestigten Wasserhahn geleitet werden.

**[0027]** Produktvariante 6 – Als freistehende Spüleinheit, die  $\text{ClO}_2$  in einer Konzentration von 20 ppm als biozide Wascheinheit zuführt. Typische Anwendungen wären Wundspülung bei einer Operation, Hüftersatzoperation, im zahnmedizinischen Bereich und zum Waschen und Desinfizieren von Füßen von Diabetikern, die für Fußinfektionen anfällig sind. Die mobilen Spüleinheiten müssten in der Regel Base und Aktivator sowie steriles Wasser aus 5-Liter-Flaschen pumpen.

**[0028]** Für Produktvarianten 1 bis 3 wird  $\text{ClO}_2$  in einer Rate benötigt, die von den Wasch-Desinfektionsmaschinen diktiert wird, während für Konfigurationen 4 und 5  $\text{ClO}_2$  in einer Rate benötigt wird, die von der Strömungsrate des Leitungswasservorrats diktiert wird und Konfiguration 6  $\text{ClO}_2$  in einer relativ langsamen Strömungsrate benötigt, die von der Geschwindigkeit der Pumpe diktiert wird, die für Anwendungen mit Wasservorräten in Flaschen angemessen ist.

**[0029]** Damit der  $\text{ClO}_2$ -Generator eine Vielzahl von Anwendungen mit der Mindestmenge an gelagertem und chargenproduziertem  $\text{ClO}_2$  bedienen kann, diktiert die Rate, mit der wir Base und Aktivator mischen und sie 30 Sekunden reagieren lassen, die Rate, mit der wir kontinuierlich  $\text{ClO}_2$  dem Wasservorrat zufügen können.

**[0030]** Die höchsten Strömungsraten zum Pumpen von gemischter Base und Aktivator finden sich bei Anwendungen, bei denen  $\text{ClO}_2$  in den Leitungswasservorrat in Konzentrationen von 200 ppm injiziert werden muss. Diese Konzentration erfordert eine Dosisrate von 13,3 ml  $\text{ClO}_2$ -Reagenzgemisch pro Liter Wasser. Um eine Beschädigung der Durchflussmesser und inneren Bauteile des  $\text{ClO}_2$ -Generatorsystems zu verhindern, wird die Strömungsrate vorzugsweise auf 15–20 Liter pro Minute begrenzt. Die Dosierrate liegt daher im Bereich von 202–270 ml/min für diese

Anwendungen.

**[0031]** Für Endoskop-Wasch-Desinfektionsmaschinen wurde die erwartete maximale Rate, mit der  $\text{ClO}_2$  vom Generator erzeugt werden muss, zu 40 ml  $\text{ClO}_2$ -Lösung pro Minute berechnet. Diese Dosierate geht davon aus, dass für Wäscher 40 ml  $\text{ClO}_2$  Reaktionsgemisch in 30 Liter Wasser in einer Minute für den Spülzyklus und 160 ml Reaktionsgemisch in 30 Liter Wasser in vier Minuten für den Dekontaminationszyklus gespritzt werden müssen. Diese Konzentrationen erfordern eine Dosisrate von 1,3 ml bzw. 5,3 ml  $\text{ClO}_2$ -Reaktionsgemisch pro Liter Wasser.

**[0032]** Diese Dekontaminationsdosisrate geht von einer  $\text{ClO}_2$ -Konzentration von 80 ppm anstelle von 200 ppm aus, basierend auf einem kombinierten Spül-Dosissystem und einem Dekontaminations-Dosissystem, das den Wasch-Desinfektionsmaschinen eine Mindestdosis von 20 ppm für das gesamte in die Maschine eindringende Wasser zuführt. Es ist wahrscheinlich, dass die Dekontamination mit einer niedrigeren  $\text{ClO}_2$ -Dosis von 80 ppm durchgeführt werden kann, wenn man bedenkt, dass das Bakterienwachstum im Waschsysteem mit der niedrigen Dosis von 20 ppm Spülwasser bereits minimiert wurde.

Zusammenfassung:

**[0033]** Für Produktvarianten 1, 2, 4 und 6 wird eine niedrige Dosis (ca. 20 ppm) benötigt. Die Dosiskonzentration liegt bei ca. 1,3 ml/Liter  $\text{H}_2\text{O}$  mit einer Strömungsrate von 40 ml/Minute. Für die Dosierung für die Dekontaminationsphase mit einem kombinierten Spül/Dekontaminationsprodukt (Variante 2) wird eine Dosiskonzentration von 5,3 ml  $\text{ClO}_2$ -Reaktionsgemisch pro Liter  $\text{H}_2\text{O}$  mit einer Strömungsrate von 40 ml/Minute verwendet.

**[0034]** Eine hohe Dosis (ca. 200 ppm) ist für Produktvarianten 3 und 5 notwendig. Die Dosiskonzentration beträgt ca. 13,3 ml/Liter  $\text{H}_2\text{O}$  mit einer Strömungsrate von 40 ml/Minute für Produktvariante 3 und maximal 270 ml/Minute für Produktvariante 5.

**[0035]** Anwendungen wie z. B. die Verwendung in Dentalleitungen und für die Wundspülung oder zur Verhinderung des Aufbaus von biologischen Filmen in Systemen können  $\text{ClO}_2$ -Konzentrationen unter 20 ppm, in der Regel von ca. 5 ppm erfordern.

**[0036]** Weitere Aspekte und Vorteile der Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung, den Zeichnungen und den Ansprüchen hervor.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0037]** Die Erfindung wird nun beispielhaft mit Bezug auf die folgenden schematischen Zeichnungen weiter beschrieben.

**[0038]** In den Zeichnungen zeigen:

**[0039]** [Fig. 1](#) ein Fließdiagramm eines Verfahrens zur Erzeugung eines Stroms wässriger  $\text{ClO}_2$ -Sterilisationsflüssigkeit gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0040]** [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) Fließdiagramme von Verfahren zur Messung der  $\text{ClO}_2$ -Konzentration in einer Sterilisationsflüssigkeit, die gemäß den Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung erzeugt wurde;

**[0041]** [Fig. 4](#) ein Fließdiagramm eines Verfahrens zur Erzeugung eines Stroms wässriger  $\text{ClO}_2$ -Sterilisationsflüssigkeit gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0042]** [Fig. 5](#) ein Fließdiagramm eines Verfahrens gemäß einer bestimmten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung;

**[0043]** [Fig. 6](#) eine perspektivische Ansicht eines Geräts zur Erzeugung von wässrigem Chlordioxid gemäß dem in [Fig. 5](#) gezeigten Verfahren;

**[0044]** [Fig. 7](#) eine perspektivische Ansicht des Geräts aus [Fig. 6](#) mit abgenommener Abdeckung;

**[0045]** [Fig. 8](#) eine perspektivische Ansicht des Geräts aus [Fig. 7](#) mit geöffnetem Kontrollfeld und Elektronikfeld;

**[0046]** [Fig. 9](#) eine perspektivische Ansicht des Geräts aus [Fig. 8](#) mit abgenommener unterer Abtrennung;

**[0047]** [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) die untere Verteileranordnung aus [Fig. 8](#) als aufgerissene Ansicht bzw. als perspektivische Ansicht;

**[0048]** [Fig. 12](#) und [Fig. 13](#) die obere Verteileranordnung aus [Fig. 8](#) als aufgerissene Ansicht bzw. als perspektivische Ansicht;

**[0049]** [Fig. 14](#) eine aufgerissene Ansicht der Verteiler und Bügelanordnung aus [Fig. 8](#);

**[0050]** [Fig. 15](#) eine perspektivische Ansicht eines Sensors und einer Haltetankanordnung zur Verwendung mit dem Gerät aus [Fig. 6](#);

**[0051]** [Fig. 16](#) die elektrische Architektur einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

**[0052]** [Fig. 1](#) zeigt ein Gerät zur Erzeugung eines Stroms von wässrigem Chlordioxid ( $\text{ClO}_2$ ) als Sterilisationsflüssigkeit zur Verwendung bei der Sterilisation von medizinischen und zahnmedizinischen Instru-

menten oder zur Wundspülung oder Hautasepsis. Die Konzentration von  $\text{ClO}_2$  schwankt je nach beabsichtigtem Anwendungszweck. Das Gerät umfasst eine erste Pumpe (Pumpe A), die mit einer Rasenquelle verbunden ist, und eine zweite Pumpe (Pumpe B), die mit einer Aktivatorquelle verbunden ist. In diesem Beispiel sind Base und Aktivator wie in Beispiel 3 von EP 0 785 719 beschrieben zusammengesetzt. Wenn Base und Aktivator vermischt werden, reagieren sie und ergeben wässriges  $\text{ClO}_2$ . Das Reaktionsgemisch hat vorzugsweise einen pH-Wert im Bereich von 4,5 bis 6,5, insbesondere von 5,5 bis 6,5.

**[0053]** Der Ausgang jeder Pumpe ist mit dem proximalen Ende einer röhrenförmigen Spiralspule ( $\text{ClO}_2$ -Mischspule) verbunden, die als längliche Reaktionskammer fungiert. Mit fortgesetztem Pumpvorgang wird Reaktionsgemisch nacheinander durch die Mischspule bis zum distalen Ende der Spule gepumpt. Bei fortgesetztem Pumpen gelangt das Reaktionsgemisch in ca. 30 Sekunden durch die Mischspule und während dieser Zeit ist die Reaktion zur Bildung von  $\text{ClO}_2$  im Wesentlichen fertig. Bei weiterem Pumpen wird das Reaktionsgemisch in eine Leitung gespritzt, durch die ein Wasserstrom läuft. Das Reaktionsgemisch mischt das Wasser zur Bildung eines Stroms von wässriger  $\text{ClO}_2$ -Sterilisationsflüssigkeit. Je nach Pumpengeschwindigkeit kann die Konzentration von  $\text{ClO}_2$  in der Sterilisationsflüssigkeit in diesem Beispiel zwischen ca. 20 ppm und ca. 200 ppm verändert werden. Konzentrationen über oder unter diesem Bereich können entweder durch Veränderung der Pumpengeschwindigkeit, der Wasserströmungsrate oder der Reagenzien-Konzentration erzeugt werden.

**[0054]** Jede Pumpe ist eine Membranpumpe, die mithilfe einer elastomeren Membran Flüssigkeit einzieht und Flüssigkeit aus der Pumpenkammer drückt. Beim Abwärtshub zieht die Membran Flüssigkeit in die Kammer durch ein Einlassventil und beim Aufwärtshub drückt die Membran Flüssigkeit durch ein Auslassventil nach außen. Die Pumpen entlüften sich selbst. Sie können Pumpendrucke bis zu 600 kPa und Strömungsraten im Bereich von 0 bis 300 ml/min liefern. Durch fortschrittliche Motorkontrolltechnik wird der Motor beim Einlasshub beschleunigt, um den Flüssigkeitsausgabepuls zu minimieren. In diesem Beispiel bestehen der Pumpenkörper und die Ventilbauteile aus Edelstahl und die Membranen sind mit PTFE beschichtet. Zum Antreiben und Steuern des Betriebs der Pumpen gibt es zahlreiche Motoren- und Codieroptionen. Im vorliegenden Beispiel werden die Pumpen von einem Schrittmotor gesteuert betrieben und mit optischen Codierern, die auf den Motorwellen befestigt sind, überwacht. Die optischen Codierer messen beim Passieren des optischen Sensors Fadenkreuze und ergeben so präzise Messungen von Schaftdrehung und somit gepumptem Volumen. Das Verdrängungsvolumen für jede Pumpe pro

Zyklus beträgt ca. 0,5 ml.

**[0055]** Jede Pumpe ist mit einem Druckregler (Druckregelventil) versehen, das sicherstellt, dass der Pumpvorgang gegen einen im Wesentlichen konstanten Gegendruck erfolgt. Das Druckregelventil umfasst einen federgespannten Kolben, gegen den die Pumpe arbeitet. Diese Anordnung sorgt dafür, dass die Pumpe unabhängig vom Druck der Wasserversorgung mit konstantem Druck arbeitet. Zur Verlängerung der funktionstüchtigen Lebensdauer der Druckregelventile sind die Ventilarmaturen vorzugsweise mit PTFE oder einem fluorelastomeren Material mit guter Widerstandsfähigkeit gegen chemischen Angriff beschichtet. Im vorliegenden Beispiel beträgt der Gegendruck 4 bar (400 kPa), d. h. er ist genauso hoch wie der Nenndruck der Wasserversorgung in der Leitung. Alle Pumpen sind vom Gegendruck betroffen, wodurch die Strömungsrate verringert wird. Durch Einstellen eines konstanten Gegendrucks wird der auf die Pumpen ausgeübte Druck konstant gehalten, wodurch wiederum das bei jedem Pumpenzyklus ausgedrückte Volumen im Wesentlichen konstant gehalten wird. Somit ermöglicht es das Gerät, dass präzise kontrollierte Mengen von Reagenzien gemischt und in den Wasserstrom gespritzt werden, so dass ein Strom von Sterilisationsflüssigkeit erzeugt wird, dessen  $\text{ClO}_2$ -Konzentration innerhalb der Grenzen der jeweiligen Anwendung in einer medizinischen oder chirurgischen Einrichtung kontrolliert wird. In einer bevorzugten Ausführungsform kann der Federdruck auf Wunsch eingestellt werden, so dass eine entsprechende Einstellung auf das von der Pumpe gelieferte Bolusvolumen möglich ist.

**[0056]** PTFE-Schlauchverbindungen werden zum Verbinden der Pumpenausgänge mit der Mischspule verwendet, wobei Armaturen aus Edelstahl für erhöhten Widerstand gegen eine Beschädigung durch  $\text{ClO}_2$  sorgen. Die Ventile sind Magnetventile aus Edelstahl mit Armaturen aus Viton<sup>®</sup> Fluorelastomer. Geeignete Ventile werden von Parker Hannifin und Cole Palmer verkauft.

**[0057]** Die Mischspule ist ein vertikal montiertes Spiralrohr aus Edelstahl. Die Volumenkapazität der Spule wird je nach beabsichtigter Anwendung gewählt. Für die meisten Anwendungen hat die Mischspule eine Kapazität von 20 ml. Für Produktvariante 5 kann die Spule aber eine Kapazität von 100 ml aufweisen, basierend auf einer bevorzugten Mischzeit von 30 Sekunden. Das distale Ende der Spule ist über ein T-Verbindungsstück mit der Wasserversorgungsleitung verbunden. Ein 3-Wege-Ventil (Ventil B) isoliert die Oberseite der Spule vom T-Verbindungsstück. Ein 2-Wege-Ventil (Ventil A) gestattet die Einleitung von Wasser in den Boden (proximales Ende) der Spule. Bedienung der Ventile A und B ermöglicht die Entlüftung der Spule, um entleert und mit Wasser gespült zu werden. Ein Durchflussmesser in der Lei-

tung ermöglicht die dynamische Berechnung der notwendigen Einspritzrate von  $\text{ClO}_2$  in das Wasser und die Einstellung unter Software-Kontrolle (nicht gezeigt). In einer bevorzugten Ausführungsform ist ein zweiter Durchflussmesser (FM2, wie in [Fig. 4](#) zu sehen) mit dem ersten Durchflussmesser in Reihe geschaltet, um zu bestätigen, dass der korrekte Wasserfluss gemessen wird. Wenn der von beiden Messgeräten gemessene Wasserfluss um mehr als einen vorbestimmten Betrag abweicht, wird ein Alarm ausgelöst.

Beispiel 1:

**[0058]** Der Wäscher benötigt 40 ml  $\text{ClO}_2$ -Lösung aus der Mischspule, um das Spülwasser aus dem 15-Liter-Becken mit einer Rate von 40 ml/Minute zu dosieren. Base und Aktivator werden mit zwei Pumpen in den Boden der Mischspule gespritzt. Das Innenvolumen der Spule beträgt 20 ml. Es dauert 30 Sekunden, bis Base und Aktivator die Spule gefüllt haben. Während der 30 Sekunden werden Base und Aktivator gründlich miteinander gemischt und  $\text{ClO}_2$  wird erzeugt. Durch Pumpen von Base und Aktivator wird das 20-ml-Paket  $\text{ClO}_2$  weiterhin aus der Mischspule in die Wasserleitung bei 400 kPa und der geforderten Rate von 40 ml/Minute gedrückt. Am Ende des Abgabezyklus ist die Mischspule noch voll mit  $\text{ClO}_2$ . Mithilfe von Softwarekontrolle kann festgestellt werden, ob dieses  $\text{ClO}_2$  in der Spule gehalten werden soll, weil zu erwarten ist, dass eine andere Charge innerhalb eines vorbestimmten Zeitraums benötigt wird, oder ob es mit Base oder Wasser hinausgespült wird.

Beispiel 2:

**[0059]** Der Wäscher benötigt 160 ml  $\text{ClO}_2$ -Lösung, um beide Kammern einer Wasch-/Desinfektionsmaschine mit einer Rate von 40 ml/Minute zu dosieren. Das Vorgehen ist genau wie in Beispiel 1 oben, aber  $\text{ClO}_2$  wird weiterhin mit einer Rate von 40 ml/Minute gemischt und gepumpt, bis 160 ml  $\text{ClO}_2$  in die Wasserversorgung ausgegeben wurden. Am Ende des Abgabezyklus kann die Mischspule mit Base oder Wasser gespült oder wenn nötig das  $\text{ClO}_2$  zurückgehalten werden.

Überprüfung der  $\text{ClO}_2$ -Konzentration mit der Sonden-technik

**[0060]** Es gibt Sonden zur Messung der  $\text{ClO}_2$ -Konzentrationen im Bereich von 1–20 ppm. Eine solche Sonde kann im Sterilisationsflüssigkeitsstrom angeordnet sein und verwendet werden, um zu prüfen, dass die korrekte  $\text{ClO}_2$ -Konzentration für eine Anwendung, wie z. B. Wundspülung, erzeugt wird. Sonden zur Messung von  $\text{ClO}_2$  in höheren Konzentrationen, beispielsweise im Bereich von 100–200 ppm, neigen aber zu geringeren Lebenszeiten. Als Alterna-

tive zu solchen Sonden mit höheren Konzentrationen kann eine 1–20 ppm Sonde zur Überprüfung der  $\text{ClO}_2$ -Konzentrationen in allen Anwendungen verwendet werden. Dies würde erfordern, dass nominal höhere Konzentrationen als 20 ppm vor der Messung verdünnt werden müssten, wodurch ein „virtuelles“ Ergebnis erhalten wird anstatt eines absoluten Ergebnisses, das direkt an der ausgegebenen Sterilisationsflüssigkeit des Generators gemessen wird.

**[0061]** Zur Messung von  $\text{ClO}_2$  in Konzentrationen bis zu 20 ppm können wir die Sonde direkt in den dosierten Wasserstrom einführen, wie in [Fig. 2](#) gezeigt.

**[0062]** Zur Messung von  $\text{ClO}_2$  in Konzentrationen über 20 ppm müsste das dosierte Wasser genau vorverdünnt werden und es müsste ein Algorithmus verwendet werden, um das Ergebnis auszuwerten. Eine geeignete Anordnung ist in [Fig. 3](#) gezeigt. Hier wird Sterilisationsflüssigkeit in eine Verdünnungskammer gezogen und im richtigen Verhältnis mit reinem Wasser gemischt, um die  $\text{ClO}_2$ -Konzentration in den Messbereich der Sonde zu bringen. In einem unter Schwerkraft gespeisten System wird die Verdünnung mithilfe von Ventilen und einem Durchflussmesser kontrolliert. Alternativ kann eine Pumpe verwendet werden, um Sterilisationsflüssigkeit und reines Wasser in den richtigen Mengen in die Kammer zu geben.

**[0063]** Durch Veränderung der  $\text{ClO}_2$ -Konzentration oder Spülen des Systems mit Wasser von Zeit zu Zeit kann geprüft werden, dass die Sonde nicht bei der geforderten Konzentration „stecken“ bleibt.

**[0064]** In [Fig. 4](#) ist eine alternative Anordnung gezeigt, in diesem Beispiel zur Bereitstellung einer  $\text{ClO}_2$ -Sterilisationsflüssigkeit für eine Wasch-/Desinfektionsmaschine. Base und Aktivator werden über ein Rückschlagventil und einen Filter zu ihren jeweiligen Pumpen (P1 und P2) geführt. Zur Erleichterung des Primens der Pumpen und der optionalen Durchspülung des Systems, beispielsweise zur Entfernung von Kristallen oder Sedimenten, wird eine Leitung von der Hauptwasserversorgungsleitung geführt, um den Pumpen über die Ventile V gefiltertes Leitungswasser zuzuführen.

**[0065]** Somit kann das gesamte System mit Leitungswasser gespült werden, einschließlich die Pumpen.

**[0066]** Das distale Ende der  $\text{ClO}_2$ -Mischspule ist über ein Ventil V mit einem  $\text{ClO}_2$ -Injektor verbunden. Reagenzgemisch wird mit dem Injektor in den Leitungswasserstrom gespritzt. Da Membranpumpen nicht kontinuierlich pumpen, besteht eine Tendenz zu einer zyklischen Variation in der  $\text{ClO}_2$ -Menge, die in die Wasserversorgung gespritzt wird, wenn die Pumpen in Phase laufen. Das Problem kann durch abwechselnden Betrieb der Pumpen verringert oder eli-

miniert werden. Um zu vermeiden, dass eine  $\text{ClO}_2$ -Inlinesonde momentan eine Konzentration misst, die nicht für die tatsächliche Konzentration in der Wasch-/Desinfektionsmaschine charakteristisch ist, und ein Alarm ausgelöst wird, ist im vorliegenden Beispiel die Sonde in einem kleinem Reservoir angeordnet, das über einen T-Verbinder-Durchflussbegrenzer mit der Versorgungsleitung verbunden ist. Der Begrenzer führt den größten Teil der Sterilisationsflüssigkeit zur Wasch-/Desinfektionsmaschine, lenkt aber kontinuierlich eine kleine Menge (beispielsweise 3–5%) zu dem Reservoir um, an dem sich die Sonde befindet. Die  $\text{ClO}_2$ -Konzentration im Reservoir ist für die in der Wasch-/Desinfektionsmaschine repräsentativ. Damit genügend Zeit ist, dass sich eine ausreichende Menge im Reservoir sammeln kann, kann die Sonde in der Nähe der Oberseite des Reservoirs angeordnet werden, so dass sie nur die  $\text{ClO}_2$ -Konzentration in der Flüssigkeit misst, die anfänglich im Reservoir gemischt wurde. Flüssigkeit, die durch die Sonde gelaufen ist, kann zum Abwasser (wie in [Fig. 4](#) gezeigt) oder zur Wasch-/Desinfektionsmaschine geführt werden.

**[0067]** Alternativ könnte das Sondenreservoir gleichzeitig mit dem Füllen des Waschbeckens vollständig gefüllt werden, und die Sonde könnte dann vor Durchführung des Wasch-/Desinfektionsvorgangs aktiviert werden. Beispielsweise können ein 15-Liter-Waschbecken und ein 0,5-Liter-Sondenreservoir gleichzeitig im Verhältnis 30:1 gefüllt werden.

**[0068]** Die  $\text{ClO}_2$ -Konzentration wird erst gemessen, wenn beide gefüllt sind.

**[0069]** Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung wird nun mit Bezug auf [Fig. 5](#) bis [Fig. 16](#) beschrieben. Im Fließdiagramm in [Fig. 5](#) ist der Schlauch, der die Aktivator- und Baselösungen zu den jeweiligen Pumpen führt, mit einem 100µm-Filter und einem Absperrventil versehen, um die Flüssigkeitsströmung in nur einer Richtung sicherzustellen. Base und Aktivator werden dann gegen einen Gegendruck von 350 kPa zur Mischspule gepumpt, wo sie sich vermischen und wie bereits beschrieben durch die Mischspule laufen. Das Reaktionsgemisch benötigt für den Durchlauf bis zur Oberseite der Spule ca. 30 Sekunden und nach dieser Zeit ist die Reaktion zur Bildung von  $\text{ClO}_2$  im Wesentlichen fertig. Die  $\text{ClO}_2$ -Lösung wird über ein Magnetventil in die Hauptwasserleitung gespritzt. Wenn sich zunächst noch Luft im System befindet, kann sie über ein Abblasventil abgeblasen werden.

**[0070]** In dieser Ausführungsform hat die Leitung für die dosierte Wasserausgabe ein Absperrventil, das sicherstellt, dass erst Wasser durchläuft, wenn ein voreingestellter Druck von 100 kPa erreicht ist. Diese Anordnung gewährleistet, dass das System im Gebrauch immer unter Druck steht.

**[0071]** Das System weist eine Anordnung zum Primen und Durchspülen des Systems auf. Beim Primen des Systems werden zunächst die Membranpumpen mit Wasser gefüllt, so dass sie mit Flüssigkeiten, die sie effizient pumpen, und nicht mit Luft arbeiten, die zu Problemen mit den Membranpumpen führen könnte. Beim Durchspülen des Systems wird wässriges  $\text{ClO}_2$  mit Wasser ausgespült, um langfristigen Kontakt der Innenseiten mit  $\text{ClO}_2$  zu verhindern, was zur Erhöhung der Standzeit des Systems wünschenswert ist. Zum Einleiten der Durchspülung wird das Magnetventil geöffnet, Wasser durch eine Durchspüleleitung zum Schlauch geführt, der die Basen- und Aktivatorquellen mit den Membranpumpen verbindet. Das Spülwasser läuft durch einen 100µm-Filter und Absperrventile stellen sicher, dass das Spülwasser bis zu den Pumpen und in die Mischspule fließt. Wenn das  $\text{ClO}_2$ -Injektions-Magnetventil geschlossen ist und ein Spülausgang-Magnetventil geöffnet ist, läuft Spülwasser aus der Spule und durch einen Abwasserausgang. Zum Primen der Pumpen ohne Durchspülen der Spule werden die Prime-Magnetventile geöffnet, so dass durch die Pumpen laufendes Wasser direkt in den Abwasserausgang fließt. Ein 100-kPa-Absperrventil verbindet den Ausgang des Spüleingangs mit dem Abwasser und begrenzt so den Druck des Spülwassers. Analog ist ein 500-kPa-Absperrventil vorgesehen, um Reaktionsprodukte aus der Mischspule zum Abwasserausgang zu führen, um einen gefährlichen Überdruck zu vermeiden, wenn das  $\text{ClO}_2$ -Injektionsventil und die Spülausgangsventile geschlossen sind. Ein Abflussventil gestattet die manuelle Entleerung der Spule zum Abwasserausgang.

**[0072]** In [Fig. 6–Fig. 15](#) ist eine besonders bevorzugte Ausführungsform des Geräts **2** zur Erzeugung von  $\text{ClO}_2$ -Sterilisationsflüssigkeit anhand eines nicht-einschränkenden Beispiels beschrieben. Das Gerät **2** hat ein Fahrgestell **4** aus in C-Abschnitten gefaltetem Edelstahl und eine Abdeckung **6**. In dieser Ausführungsform befindet sich ein für den Anwender zugängliches Bedienfeld **10** über einem dekorativen Formteil **8**. Die Abdeckung **6** ist mit Schrauben (nicht gezeigt) in Schlitzen **12** der Abdeckung **6** lösbar mit dem Fahrgestell **4** verbunden. Löcher **14** sind auf beiden Seiten des Fahrgestells **4** für Rohrverbindungen für Wassereinlass, Sterilisationsflüssigkeitsauslass und Abwasserausgang vorgesehen. In der Regel werden nur die Löcher auf einer Seite verwendet, aber für eine flexible Installation sind Löcher auf beiden Seiten vorgesehen. Alternativ können Rohrverbindungen durch den Boden des Fahrgestells geführt werden. In den Löchern **14**, die nicht für Rohre verwendet werden, sind Dichtscheiben vorgesehen. Das Gerät kann mit Armaturen **126** im Fahrgestell **4** an der Wand befestigt werden.

**[0073]** Das Bedienfeld **10** ist mit lösbaren Fixierungsmitteln, in diesem Beispiel Bolzen (nicht ge-

zeigt) lösbar an einem Paar Abstandsbolzen **84** befestigt. Bei entfernter Abdeckung **6** können die Bolzen entfernt werden und das Bedienfeld kann wie in [Fig. 8](#) gezeigt nach außen geschwenkt werden. Eine Abdeckung **80** umschließt Elektronikkomponenten und Bauteile **94** zum Betrieb des Geräts, einschließlich der Magnetventile, Pumpen, einem Durchflussmesser und Flaschenpegelsensoren. Eine Bleibatterie **96** ist als Reserve vorgesehen, falls der Netzstrom ausfällt. Bei einem Stromausfall betreibt die Batterie **96** einen Netzausfallalarm und sorgt dafür, dass das System ordnungsgemäß abgeschaltet wird.

**[0074]** Die Aktivator- und Basenlösungen werden in Flaschen **16**, **18** bereitgestellt. Flüssigkeit aus den Flaschen **16**, **18** läuft durch den flexiblen Tygon®-Schlauch **20**, **21** zu den Pumpen **90**, **92**. Der Schlauch **20**, **21** endet in einer Trommel **84**, die am Boden offen ist, damit Flüssigkeit aus den Flaschen **16**, **18** eintreten kann. Jede Trommel **84** enthält ([Fig. 5](#)) einen 100µm-Edelstahlfilter am Boden und ein Rückschlagventil auf der Oberseite. Der Spülwasserschlauch **22** ist mit der Oberseite jeder Trommel **84** über dem Rückschlagventil verbunden, damit Spül- oder Priming-Wasser durch den Schlauch **20**, **21** und nach oben durch die Pumpen **90**, **92** laufen kann.

**[0075]** Die Aktivatorpumpe **90** und die Basenpumpe **92** sind mit einer unteren Verteileranordnung **48** über einen Aktivatorpumpeneinlass **26** und einen Basenpumpeneinlass **28** verbunden, wie am besten in [Fig. 10](#) gezeigt ist. Die Basen- und Aktivatorlösungen vermischen sich im unteren Verteilergehäuse **36** und laufen in die Mischspule **24** durch die untere Spulenarmatur **30**. Ein „Aktivator“-Druckregelventil **32** und ein „Basen“-Druckregelventil **34** sorgen wie oben beschrieben für einen konstanten Gegendruck für die Pumpen **90**, **92**. In der bevorzugten Ausführungsform treffen sich die Basen- und Aktivatorströme frontal, was unseren Befunden nach zu einer effizienten Vermischung führt, bevor sie in einen einzelnen, zur Strömungsrichtung lotrechten Pfad nach oben umgelenkt werden. Ein Ablassventil **42** ist am Boden des unteren Verteilergehäuses **36** vorgesehen, um den Inhalt der Verteilergehäuse **36** und der Spule **24** manuell zu entleeren. Flüssigkeit aus dem Ablassventil **42** wird in einer Schale **82** aufgenommen und läuft zu einem Abwasserausgang **108** durch ein Ablassloch (nicht gezeigt) in der Schale **82** und ein T-Stück **112**, das mit dem Ablassloch verbunden ist. In der unteren Verteileranordnung **48** sind auch ein Aktivator-Primingventil **44** und ein Basen-Primingventil **46** vorgesehen. Die Primingventile **44**, **46** werden beim Primen der Pumpen **90**, **92** geöffnet. Das untere Verteilergehäuse **36** ist auch mit einem Abwassereinlass **38** zur Aufnahme von Abwasser aus einer oberen Verteileranordnung **76**, die unten noch beschrieben wird, und einem unteren Verteilerabwasserauslass **40** versehen. Abwasser fließt von dem unteren Ver-

teiler-abwasserauslass **40** zum Abwasserauslass **108** über das Abwasserauslassrohr **102** ([Fig. 14](#)).

**[0076]** Die Oberseite der Mischspule **24** ist über einen Reaktionsgemischeinlass **68** auf dem oberen Verteilergehäuse **50** mit einer oberen Verteileranordnung **76** verbunden. Dieses Gehäuse **50** nimmt Leitungswasser aus einem Wasserleitungseinlassrohr **98** über einen Wasserleitungseinlass **54** auf. Öffnen eines ClO<sub>2</sub>-Injektionsventils **70** gestattet die Injektion des Reaktionsgemisches in den Leitungswasserstrom zur Bildung einer Sterilisationsflüssigkeit, die über einen Sterilisationsflüssigkeitsauslass **52** aus dem oberen Verteilergehäuse **50** austritt. Die Sterilisationsflüssigkeit läuft durch ein Ausgaberohr **88** zum Sterilisationsflüssigkeitsauslass **106** ([Fig. 9](#)). Ein fakultatives Absperrventil **86** ist im Ausgaberohr **88** vorgesehen, um sicherzustellen, dass das System im Gebrauch stets unter Druck steht. Ein Blindstopfen **60** blockiert einen Auslass, der mit Leitungswasserversorgung in Verbindung steht. Dieser Blindstopfen **60** kann durch eine Leitung zur Zufuhr von Wasser zu einer Sensoranordnung zur Überwachung der ClO<sub>2</sub>-Konzentration im Flüssigkeitsstrom ersetzt werden, wie hiernach noch beschrieben wird.

**[0077]** Ein Spülwassereinlass **62** ist mit dem Wasserleitungseinlassrohr **98** verbunden, um Wasser zum Primen oder Durchspülen des Systems durch eine Spülleitung **118** bei geöffnetem Spüleinlass-Magnetventil **72** zu leiten. Spülwasser aus dem Einlass **62** wird durch einen 100µm-Filter **116** zum Spülwasserschlauch **22** zum Primen der Pumpen **90**, **92** und zum fakultativen Durchspülen des Systems wie bereits beschrieben geführt. Ein Spüleinlass-Druckentspannungsventil **64** ist zur Begrenzung des Spülwasserdrucks, in diesem Beispiel auf 100 kPa, vorgesehen, indem Spülwasser zum Abwasserrohr **102** umgeleitet wird.

**[0078]** Ein Lufteinlass **56** ist vorgesehen, um Eindringen von Luft oder Abführen von Luft aus dem System über ein (nicht gezeigtes) Abblasventil zu verhindern.

**[0079]** Ein oberer Abwasserauslass **58** steht mit dem Reaktionsgemischeinlass **68** von der Oberseite der Mischspule über ein Spülauslass-Magnetventil **74** in Verbindung. Dieses Ventil **74** wird geöffnet, wenn das System durchspült wird, und führt Spülwasser von der Mischspule zum unteren Verteiler-Abwassereinlass **38** über das Abwasserrohr **102**. Ein Spülauslass-Druckentspannungsventil **66**, in diesem Beispiel mit einem Berstdruck von 500 kPa, ist parallel vorgesehen. Wenn der Druck in der Spule **24** den vorgegebenen Wert überschreitet, öffnet sich das Druckentspannungsventil **66**, damit unter Druck stehende Flüssigkeit zum Abwasser ablaufen kann.

**[0080]** In [Fig. 14](#) sind die obere Verteileranordnung

**76** und die untere Verteileranordnung **48** jeweils an einem Montagebügel **78** mit Bolzen **79** befestigt. Die Basenpumpe **92** ist über eine Basenpumpen-Bügelanordnung **120** am Montagebügel **78** befestigt. Der Fluss des Leitungswassers durch das Wasserleitungseinlassrohr **98** wird mit einem Hahn **100** kontrolliert und mit einem Durchflussmesser **114** gemessen. Das Abwasserauslassrohr **102** enthält ein T-Stück **122**, das auf der Oberseite mit einem Blindstopfen **124** verschlossen ist. Dieser Stopfen **124** kann entfernt werden und die Oberseite des T-Stücks **124** kann mit dem Abwasserauslass einer fakultativen Sensoranordnung **154** verbunden werden, wobei ein bevorzugtes Beispiel unten mit Bezug auf [Fig. 15](#) beschrieben ist, und kann im Fahrgestell angeordnet sein, wie durch die unterbrochenen Linien angedeutet ist ([Fig. 9](#)).

**[0081]** Zweck der Sensoranordnung **154** ist es, einen  $\text{ClO}_2$ -Sensor in Wasser eingetaucht zu halten, bis eine  $\text{ClO}_2$ -Konzentration gemessen werden soll, und dann die  $\text{ClO}_2$ -Lösung auszuspülen und den Sensor in klarem Wasser zu lassen. Dies ist wünschenswert, weil handelsübliche  $\text{ClO}_2$ -Sensoren dazu neigen, nach mehr als ca. zwei Minuten Eintauchen in wässrigem  $\text{ClO}_2$  gesättigt oder „blind“ zu werden. Die bevorzugte Anordnung gewährleistet, dass regelmäßige Messungen der  $\text{ClO}_2$ -Konzentration durchgeführt werden können (jede Messung dauert dabei weniger als zwei Minuten), ohne dass der Sensor **132** gesättigt wird. Die Anordnung **154** hat ein Abwasserauslassrohr **152** zur Verbindung mit der Oberseite des T-Stücks **124** im Abwasserauslassrohr **102**. Die Anordnung **154** umfasst einen Verteilerblock **138**, der mit einem 100-ml-Haltetank **156** verbunden ist, eine Sensoreinheit **132** und eine Zirkulationspumpe **134**. Die Sensoreinheit **132** umfasst ein Gehäuse, in dem der Sensor (nicht gezeigt) angeordnet ist. Die Pumpe **134** hält die Flüssigkeitszirkulation durch die Sensoreinheit **132** aufrecht. Ein Absperrventil **130** verhindert Rückfluss von der Sensoreinheit **132** in den Haltetank **156**. Der Haltetank **156** hat ein Überlaufrohr **136**, das mit dem Abwasserrohr **152** verbunden ist.

**[0082]** Der Verteilerblock **138** hat einen Wassereinlass **142** zum Einführen von Spülwasser in die Sensoreinheit **132** unter der Kontrolle eines Wassereinlass-Magnetventils **146**. Der Wassereinlass **142** nimmt Spülwasser vom Wasserauslass auf dem oberen Verteilergehäuse **50** auf, das ansonsten durch einen Stopfen **60** verschlossen ist. Ein Wasserauslass-Magnetventil **148** kontrolliert die Flüssigkeitsabgabe zum Abwasser **152**. Der Verteilerblock **138** hat einen Sterilisationsflüssigkeitseinlass **140** und einen Sterilisationsflüssigkeitsauslass **150** zum Anschluss in dem Sterilisationsflüssigkeitsauslassrohr **88**. So fließt Sterilisationsflüssigkeit normalerweise durch den Verteilerblock **138**. Durch Bedienung eines Sterilisationsflüssigkeitseinlass-Magnetventils **144**

wird die Sterilisationsflüssigkeit vom Einlass **140** zum Haltetank **156** umgelenkt. Wenn eine  $\text{ClO}_2$ -Konzentration gemessen werden soll, wird das Wassereinlassventil **146** betätigt, um den Wassereinlass **142** zu verschließen. Das Sterilisationsflüssigkeitseinlassventil **144** wird lang genug geöffnet, damit Sterilisationsflüssigkeit in den Haltetank **156** fließen kann, um durch die Sensoreinheit zu zirkulieren, und das Wasserauslassventil **148** wird geöffnet, damit Wasser das System verlassen und durch Sterilisationsflüssigkeit ersetzt werden kann. Die Flüssigkeitskapazität des Haltetanks **156** ist viel größer als die der Sensoreinheit **132**, so dass Wasser in der Sensoreinheit **132** schnell und wesentlich durch Sterilisationsflüssigkeit ersetzt wird. Die  $\text{ClO}_2$ -Konzentration wird gemessen und das Wasserauslassventil **148** wird geöffnet, damit Sterilisationsflüssigkeit aus der Sensoreinheit **132** gepumpt werden kann. Das Wassereinlassventil **146** wird dann geöffnet und Wasser wird durch die Sensoreinheit **132** gepumpt, bis die Sterilisationsflüssigkeit zum Abwasser gepumpt wurde. Nach Entleeren des Haltetanks **156** und erneutem Füllen der Sensoreinheit **132** mit undosiertem Wasser, wird das Auslassventil **148** geschlossen.

**[0083]** In [Fig. 9](#) ist für jede Flasche **16**, **18** ein Pegelsensor **110** vorgesehen. In diesem Beispiel ist der Pegelsensor **110** per se bekannt und arbeitet durch Kapazitätsmessung. Andere Pegelsensoren, wie z. B. optische Sensoren, können ebenfalls verwendet werden. Hinter einer unteren Abtrennung ([Fig. 8](#)) befinden sich der Leitungswassereinlass **104**, der Sterilisationsflüssigkeitsauslass **106**, der Abwasserauslass **108** zum Anschluss an Rohre, die durch ausgewählte Löcher in einer Seite des Fahrgestells **4** oder durch den Boden des Fahrgestells angeordnet werden.

**[0084]** Geeignete Mittel zur Automatisierung des Gerätebetriebs sind für den Elektronikfachmann wohlbekannt. Einzelheiten zu einer bevorzugten elektrischen Architektur für das Gerät sind in [Fig. 16](#) beispielhaft gezeigt. Das Bedienfeld umfasst eine Tastatur für Daten- und Befehlseingaben, ein alphanumerisches LCD zum Anzeigen von Anwenderinformationsdaten, eine „Alarm“-LED, eine „Flasche leer“-LED und eine „Dosier“-LED sowie einen Tongeber zur Abgabe eines akustischen Alarms bei Systemausfall. Diese Funktionen werden von einem Hauptprozessor gesteuert, in diesem Beispiel ein Motorola MC68HC11K1 8-Bit-Mikroregler, der im erweiterten Modus läuft, mit 64K Flash Speicher und 8K RAM. Der Hauptprozessor steuert die Ventilantriebe, die Stufenantriebe und die Sondenpumpe auf der Sensoreinheit. Er hat RS232 und Druckerschnittstellen und eine Echtzeituhr zur Programmierung der Dosierschemata zu bestimmten Zeiten. Ein Überwachungsprozessor, beispielsweise ein Motorola MC68HC11K1 8-Bit-Mikroregler, der im erweiterten Modus läuft, ist über eine SPI Schnittstelle mit dem

Hauptprozessor verbunden. Der Überwachungsprozessor empfängt Servicemeldungen vom Hauptprozessor und verwendet diese Meldungen zur Überprüfung des korrekten Betriebs des Hauptprozessors. Wenn ein Fehlerzustand nachgewiesen wird, setzt der Wächter das System in den sicheren Modus. Die Elektronik wird mit 24 Volt von der Netzstromversorgung im Schaltmodus betrieben. Dadurch werden das Ventil und der Motorkreislauf und die Flaschen-Flüssigkeitspegeldetektoren mit Strom versorgt.

**[0085]** Das restliche System läuft mit 5 Volt, die von einem Schaltmodus-Stepdown-Regler erzeugt werden. Der Hauptprozessor überwacht die 24-Volt-Netzversorgungsspannung, um sicherzustellen, dass sie innerhalb der erforderlichen Grenzen liegt und um festzustellen, wann das System mit (12 V) Batteriestrom läuft. Der Hauptprozessor überwacht auch die 5-V-Versorgung durch Anlegen dieser Spannung an den ADC-Referenzeingang und Vergleich mit einer 2,5-V-Referenzspannung.

**[0086]** Somit sorgt die bevorzugte Ausführungsform für genaues Pumpen von Reagenzien zur Reaktionsspule, wodurch  $\text{ClO}_2$ -Lösung mit der richtigen Konzentration erzeugt werden kann und eine angemessene Verweilzeit in der Spule möglich ist, um eine im Wesentlichen vollständige Reaktion zu gestatten. Die Pumpenraten können je nach gemessenem Wasserfluss variiert werden, um sicherzustellen, dass die  $\text{ClO}_2$ -Konzentration in der Sterilisationsflüssigkeit innerhalb des gewünschten Bereichs für die jeweilige Anwendung liegt, und diese Konzentration kann auch durch Anwendung einer geeigneten Sondentechnologie bestätigt werden. Das System ist daher ideal zur Verwendung in einer medizinischen Einrichtung, wo es auf genaue Konzentrationskontrolle ankommt. Darüber hinaus vermeidet das bevorzugte Reagenzgemisch die Verwendung von starken Säuren und ist physiologisch gut verträglich.

**[0087]** Es versteht sich, dass bestimmte Merkmale der Erfindung, die der Klarheit halber im Rahmen separater Ausführungsformen beschrieben werden, auch in einer einzelnen Ausführungsform kombiniert werden können. Umgekehrt können diverse Merkmale der Erfindung, die der Kürze halber in Zusammenhang mit einer einzigen Ausführungsform beschrieben werden, auch separat oder in jeder geeigneten Kombination bereitgestellt werden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung eines Stroms von wässriger Chlordioxid-Sterilisationsflüssigkeit zur Verwendung bei der Sterilisierung von medizinischen und zahnärztlichen Geräten oder zur Wundspülung oder aseptischen Hautbehandlung, wobei das Verfahren Folgendes umfasst:

Pumpen von Flüssigkeitsanteilen eines ersten Reagenz und eines zweiten Reagenz in das proximale Ende einer länglichen Reaktionskammer zur Bildung eines Reagenzgemisches, wobei die Reagenzien so ausgewählt werden, dass sie zur Bildung von wässrigem Chlordioxid miteinander reagieren;  
Bereitstellen eines Wasserstroms um das oder neben dem distalen Ende der Reaktionskammer;  
Fortgesetztes Pumpen von Flüssigkeitsanteilen der Reagenzien, damit das Reagenzgemisch durch die Reaktionskammer und dann in den Wasserstrom läuft, um einen Strom aus wässriger Chlordioxid-Sterilisationsflüssigkeit zu bilden;  
wobei die Pumpgeschwindigkeiten und die inneren Abmessungen der länglichen Reaktionskammer so gewählt sind, dass die Reaktion zur Bildung von Chlordioxid im Wesentlichen abgeschlossen ist, wenn das Reagenzgemisch aus der Reaktionskammer austritt; und  
wobei das Pumpen der Flüssigkeitsanteile der Reagenzien fortgesetzt wird, bis eine gewünschte Menge der Sterilisationsflüssigkeit erzeugt ist;  
wobei das Pumpen jedes Reagenz mithilfe einer Membranpumpe oder einer Kolbenpumpe über ein Druckregelventil durchgeführt wird, so dass jeder Flüssigkeitsanteil im Wesentlichen mit konstantem Druck gepumpt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Bedienung der Pumpen von einem Schrittmotor gesteuert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der Schrittmotorschafft für jede Pumpe mit einem optischen Codierer zur Verwendung in einer geschlossenen Feedback-Regelungsanordnung ausgerüstet ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend den Schritt der Messung der Strömungsgeschwindigkeit des Wasserstroms, der Berechnung der erforderlichen  $\text{ClO}_2$ -Menge, die dem Strom zugefügt werden muss, um eine erwünschte  $\text{ClO}_2$ -Konzentration in der Sterilisationsflüssigkeit zu erhalten, und der Einstellung der Pumpengeschwindigkeiten, sofern notwendig, um die gewünschte Konzentration zu erhalten.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–3, ferner umfassend die Schritte der Messung der  $\text{ClO}_2$ -Konzentration in der Sterilisationsflüssigkeit, des Vergleichens der gemessenen Konzentration mit einer gewünschten Konzentration und des Einstellens der Pumpengeschwindigkeiten, sofern notwendig, um die gewünschte Konzentration zu erhalten.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder Anspruch 5, ferner umfassend den Schritt des Auslösens eines sichtbaren oder hörbaren Signals, um anzuzeigen, ob die Sterilisationsflüssigkeit innerhalb eines gewünschten Konzentrationsbereichs liegt.

7. Verfahren nach Anspruch 4, wobei der Schritt der Messung der Strömungsgeschwindigkeit die Messung einer ersten Strömungsgeschwindigkeit an einer stromaufwärts liegenden Stelle und einer zweiten Strömungsgeschwindigkeit an einer stromabwärts liegenden Stelle im Wasserstrom umfasst, und wobei das Verfahren weiterhin das Auslösen eines Alarmzustands umfasst, wenn die ersten und zweiten Strömungsgeschwindigkeiten um mehr als einen vorbestimmten Wert abweichen.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die längliche Reaktionskammer eine spiralförmige Spule ist.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das erste Reagenz eine wässrige Lösung eines Chlorits ist, und worin das zweite Reagenz eine wässrige saure Lösung ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei das erste Reagenz wässriges Natriumchlorit und das zweite Reagenz Zitronensäure, Sorbinsäure und Borsäure umfasst.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das zweite Reagenz ferner einen Kupfer- und Messing-Korrosionshemmer, einen Stahl- und Aluminium-Korrosionshemmer und ein Puffermittel umfasst.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei der Kupfer- und Messing-Korrosionshemmer ein Triazol oder ein Benzotriazol in einem prozentualen Gewichtsverhältnis von 0,01 bis 2,0 ist.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder Anspruch 12, wobei der Stahl- und Aluminium-Korrosionshemmer aus der aus Phosphaten, Molybdaten und Nitraten bestehenden Gruppe ausgewählt ist und in einem prozentualen Gewichtsverhältnis von 0,01 bis 5,0 vorliegt.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest das erste oder das zweite Reagenz ferner ein Netzmittel, einen Entschäumer oder eine Kombination davon umfasst.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei bei Mischung der gleichen Flüssigkeitsanteile des ersten und zweiten Reagenz das resultierende Reagenzgemisch einen pH-Wert im Bereich von 4,5 bis 6,5 aufweist.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Pumpengeschwindigkeiten und die inneren Abmessungen der Reaktionskammer so gewählt sind, dass die vom Reagenzgemisch benötigte Zeit, um vom proximalen Ende zum distalen Ende der Reaktionskammer zu fließen, im Bereich von 20 bis 40 Sekunden liegt.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Druckregelventil einen Hinterdruck im Bereich von 300 bis 500 kPa erzeugt.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Flüssigkeitsanteile des ersten Reagenz und des zweiten Reagenz gleichzeitig zur Reaktionskammer gepumpt werden.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Wasserstrom durch ein Druckregelventil geführt wird, um sicherzustellen, dass das Wasser den gewünschten Mindestdruck aufweist.

20. Gerät zur Erzeugung von wässrigem Chlordioxid durch Reaktion eines ersten Reagenz und eines zweiten Reagenz, wobei das wässrige Chlordioxid verdünnt werden kann, um eine Sterilisationsflüssigkeit zur Verwendung bei der Sterilisation von medizinischen oder zahnärztlichen Geräten oder zur Wundspülung oder aseptischen Hautbehandlung zu bilden, wobei das Gerät Folgendes umfasst:

eine erste Pumpe zum Anschluss an eine Flüssigkeitsquelle des ersten Reagenz;  
eine zweite Pumpe zum Anschluss an eine Flüssigkeitsquelle des zweiten Reagenz;  
eine längliche Reaktionskammer mit einem proximalen und einem distalen Ende;  
wobei beide Pumpen Ausgänge aufweisen, die mit dem proximalen Ende in Fluidverbindung stehen;  
wobei durch Bedienung der Pumpen nach Anschluss an die Flüssigkeitsquellen Anteile des ersten und des zweiten Reagenz zunächst dem proximalen Ende der länglichen Reaktionskammer zugeführt werden, um ein Reaktionsgemisch zu bilden, und wobei durch fortgesetzten Betrieb der Pumpen das Reaktionsgemisch progressiv durch die Reaktionskammer zum distalen Ende gepumpt wird und das Reaktionsgemisch dann aus dem distalen Ende ausgestoßen wird;  
wobei jede Pumpe eine Membranpumpe oder eine Kolbenpumpe ist und mit einem Druckregelventil im Flüssigkeitspfad zwischen der Pumpe und der Reaktionskammer ausgestattet ist, so dass jeder Flüssigkeitsanteil im Wesentlichen mit konstantem Druck gepumpt wird.

21. Gerät nach Anspruch 20, ferner umfassend eine mit einer Quelle fließenden Wassers verbundene Leitung, wobei die Leitung zur Aufnahme von Reaktionsgemisch aus der Reaktionskammer zur Bildung eines Stroms wässriger Chlordioxid-Sterilisationsflüssigkeit zur Verwendung bei der Sterilisation von medizinischen Geräten oder zur Wundspülung mit dem distalen Ende der Reaktionskammer in Fluidverbindung steht.

22. Gerät nach Anspruch 20 oder Anspruch 21, ferner umfassend einen ersten Behälter, der eine Flüssigkeit mit dem ersten Reagenz enthält, und ei-

nen zweiten Behälter, der eine Flüssigkeit mit dem zweiten Reagenz enthält; worin der erste Behälter mit einem Eingang der ersten Pumpe in Fluidverbindung steht und worin der zweite Behälter mit einem Eingang der zweiten Pumpe in Fluidverbindung steht.

23. Gerät nach einem der Ansprüche 20–22, wobei jede Pumpe mit einem Entlüftungsventil zum Primieren der Pumpe ausgestattet ist.

24. Gerät nach einem der Ansprüche 20–23, wobei jedes Druckregelventil einen Hinterdruck im Bereich von 300 bis 500 kPa erzeugt.

25. Gerät nach einem der Ansprüche 20–24, wobei die Pumpen mit Schrittmotoren zur Steuerung des Betriebs der Pumpen ausgestattet sind.

26. Gerät nach Anspruch 25, wobei der Schrittmotorschafft jeder Pumpe mit einem optischen Codierer zur Verwendung in einer geschlossenen Feedback-Regelungsanordnung ausgestattet ist.

27. Gerät nach Anspruch 21, wobei die Leitung mit einem ersten Strömungsmesser zum Messen der Strömungsgeschwindigkeit des Wassers aus der Quelle ausgestattet ist; wobei das Gerät ferner Mittel zur Berechnung der erforderlichen  $\text{ClO}_2$ -Menge, die dem Strom zugefügt werden muss, um eine erwünschte  $\text{ClO}_2$ -Konzentration in der Sterilisationsflüssigkeit bei der gemessenen Strömungsgeschwindigkeit zu erhalten, und Mittel zum Einstellen der Pumpengeschwindigkeiten, falls erforderlich, um die gewünschte Konzentration zu erhalten, umfasst.

28. Gerät nach Anspruch 21, wobei die Leitung stromabwärts vom distalen Ende der Reaktionskammer mit einer Sonde zur Messung der  $\text{ClO}_2$ -Konzentration ausgestattet ist; wobei das Gerät ferner Mittel zum Einstellen der Pumpengeschwindigkeiten, falls erforderlich, umfasst, so dass die gemessene  $\text{ClO}_2$ -Konzentration in einen gewünschten Bereich fällt.

29. Gerät nach Anspruch 27 oder Anspruch 28, ferner umfassend Mittel zum Auslösen eines sichtbaren oder hörbaren Signals, um anzuzeigen, ob die Sterilisationsflüssigkeit innerhalb eines gewünschten Konzentrationsbereichs liegt.

30. Gerät nach Anspruch 27, wobei die Leitung mit einem zweiten, mit dem ersten Strömungsmesser in Reihe geschalteten Strömungsmesser ausgestattet ist; und wobei das Gerät ferner Mittel zum Vergleichen der Ausgabe aus beiden Strömungsmessern umfasst, um einen Vergleichswert zu erzeugen und einen Alarmzustand auszulösen, wenn der Vergleichswert einen vorbestimmten Wert überschreitet.

31. Gerät nach einem der Ansprüche 20–30, wo-

bei die längliche Reaktionskammer eine spiralförmige Spule ist.

32. Gerät nach einem der Ansprüche 20–31, ferner umfassend ein ventilgesteuertes Mittel zum Einführen einer Durchspülflüssigkeit in die Reaktionskammer und zum Ablassen der Flüssigkeit aus der Reaktionskammer.

33. Gerät nach Anspruch 21, ferner umfassend eine ventilgesteuerte Flüssigkeitsverbindung zwischen der Leitung stromaufwärts vom distalen Ende der Reaktionskammer und dem proximalen Ende der Reaktionskammer zum Zuführen von Durchspülwasser in die Reaktionskammer.

34. Gerät nach Anspruch 33, ferner umfassend eine ventilgesteuerte Drainageverbindung aus der Reaktionskammer am oder neben dem distalen Ende zum Zuführen von Flüssigkeit aus der Reaktionskammer zu einem Abfluss.

35. Gerät nach Anspruch 28, wobei sich die Sonde in einem Reservoir befindet, das so angeordnet und angepasst ist, dass es einen Probesteil der Sterilisationsflüssigkeit, die durch die Leitung läuft, kontinuierlich auffängt.

36. Gerät nach Anspruch 20, ferner umfassend einen Sensor zur Messung der Chlordioxid-Konzentration in einem Sensorgehäuse, Mittel zur selektiven Führung von Wasser in das Sensorgehäuse, damit der Sensor feucht bleibt, Mittel zum Ablassen von Flüssigkeiten aus dem Sensorgehäuse und Mittel zum selektiven Führen des wässrigen Chlordioxids in das Sensorgehäuse, damit die Konzentration von Chlordioxid gemessen werden kann.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

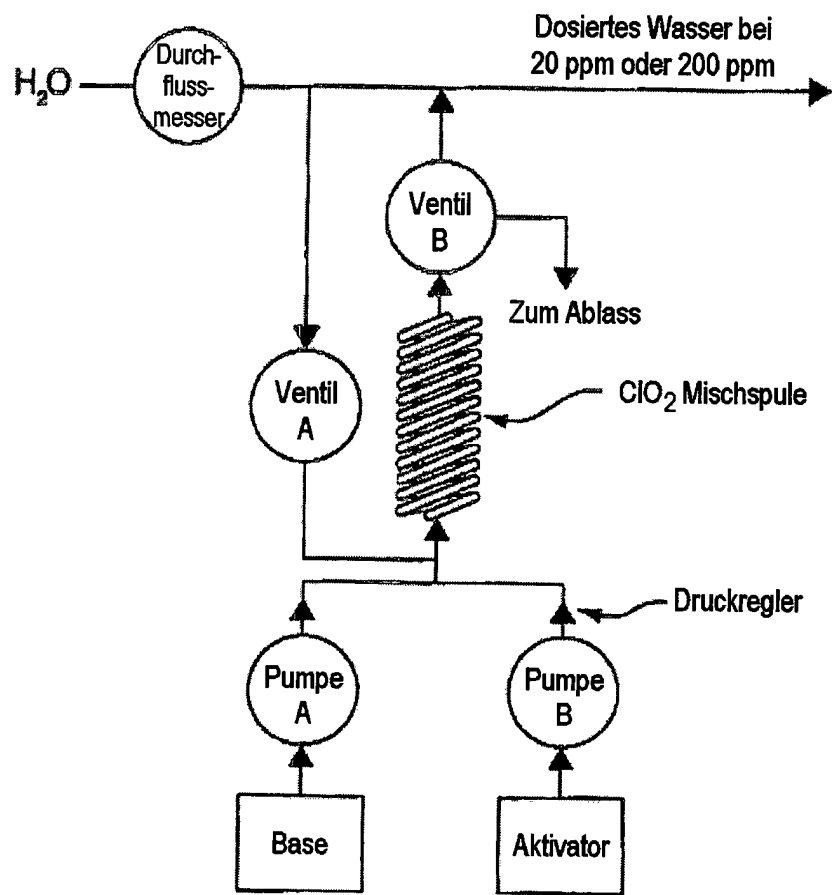
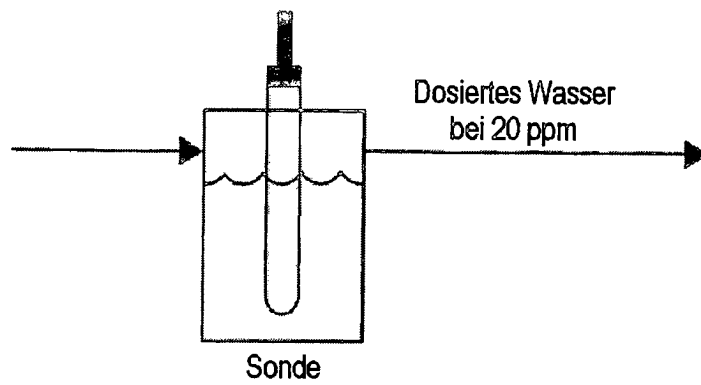
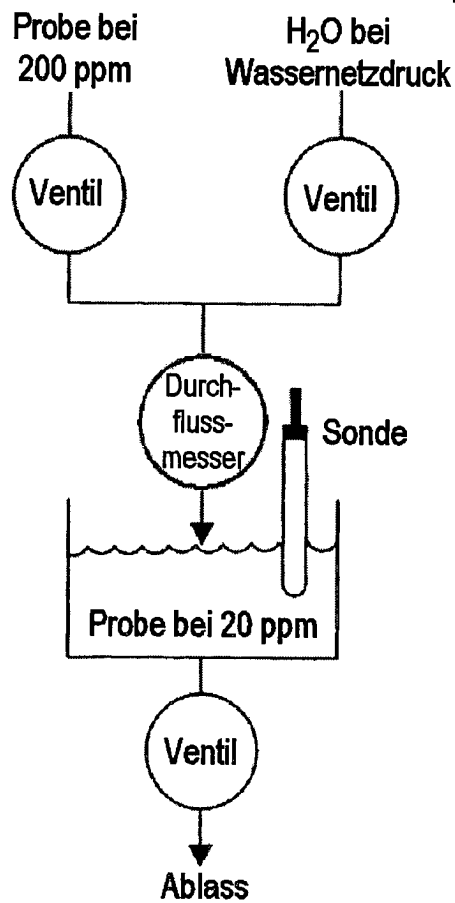


FIG. 1



*FIG. 2*

**Verdünnung von dosiertem Wasser auf 20 ppm**



*FIG. 3*

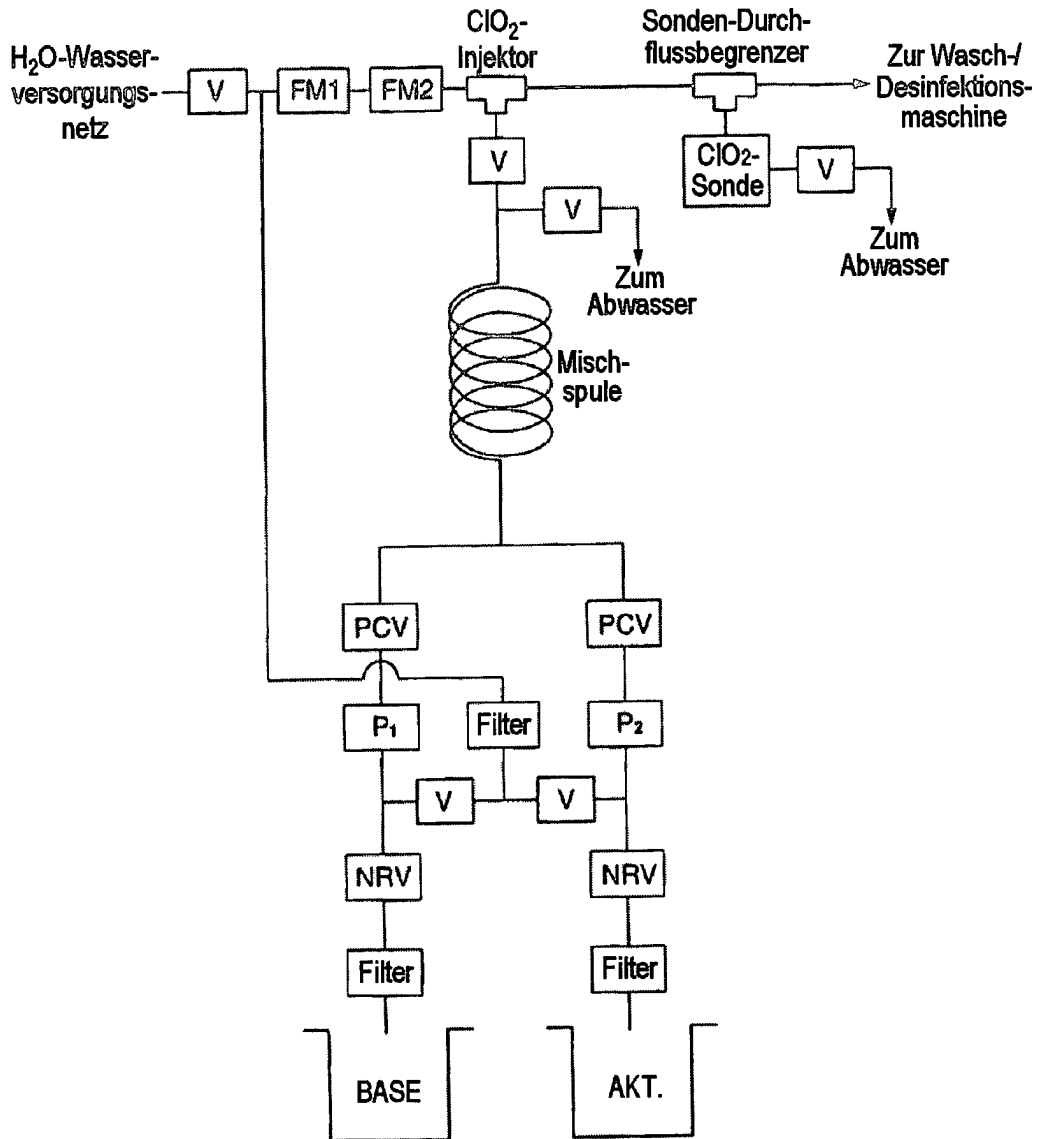


FIG. 4

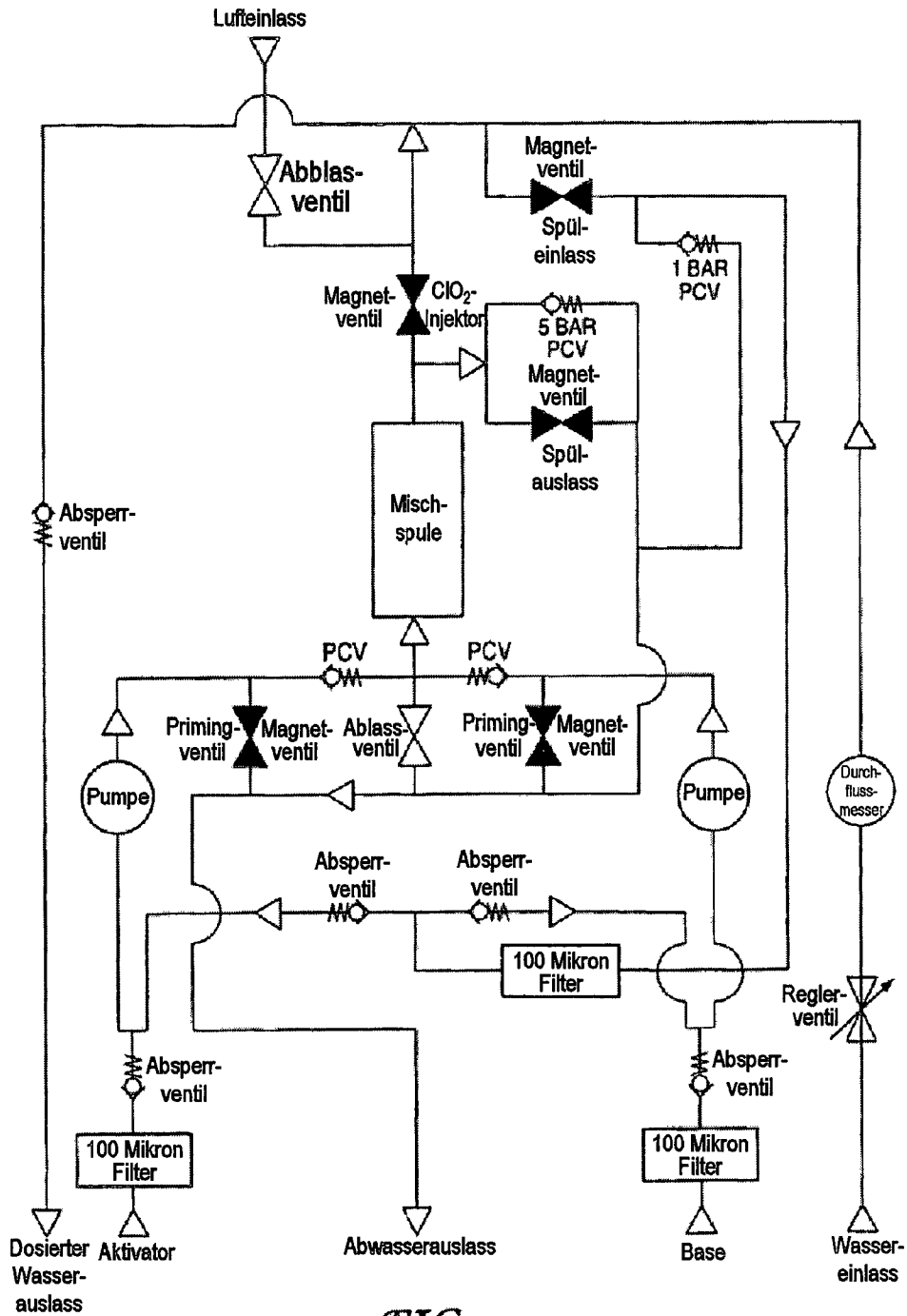


FIG. 5

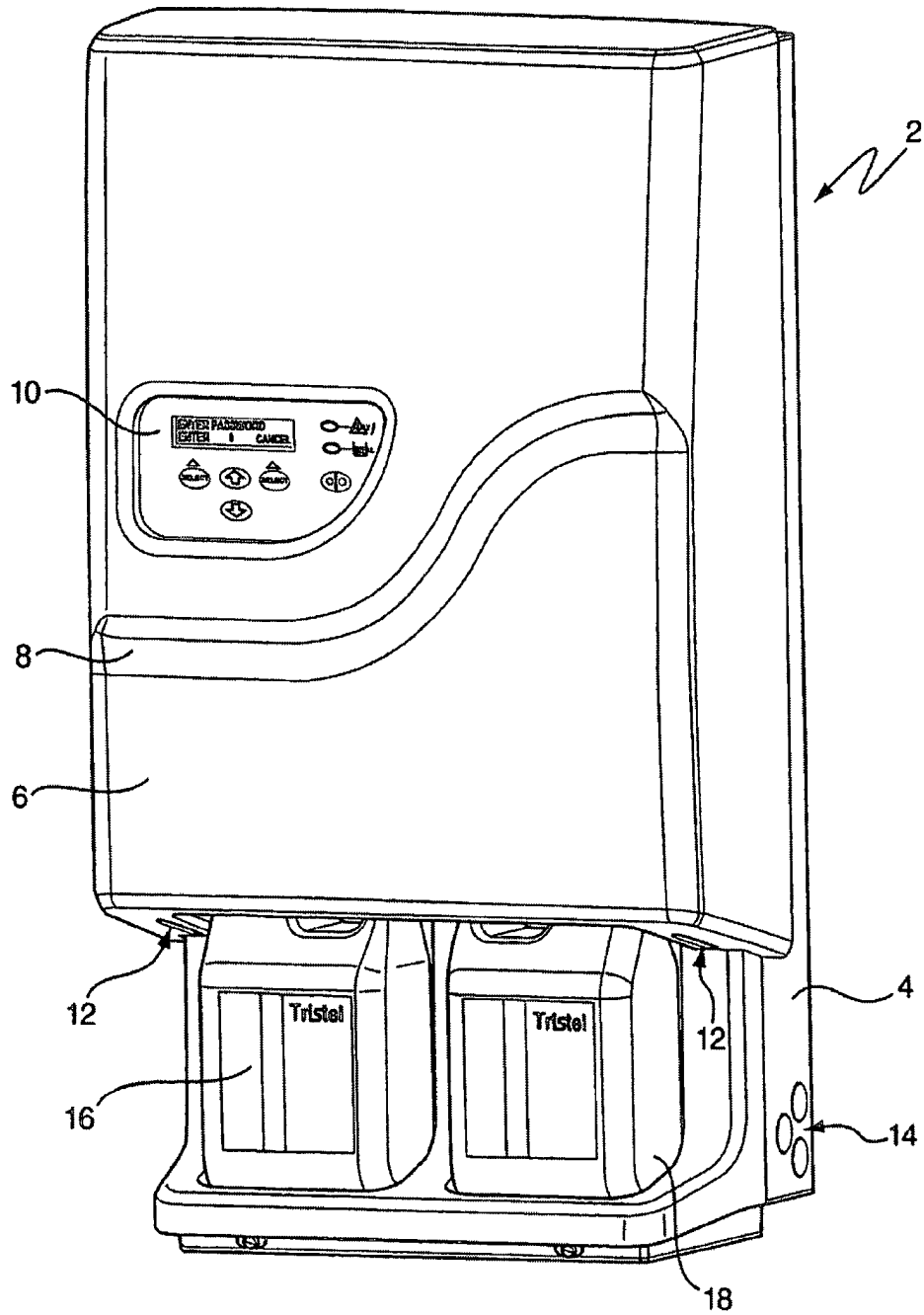


FIG. 6

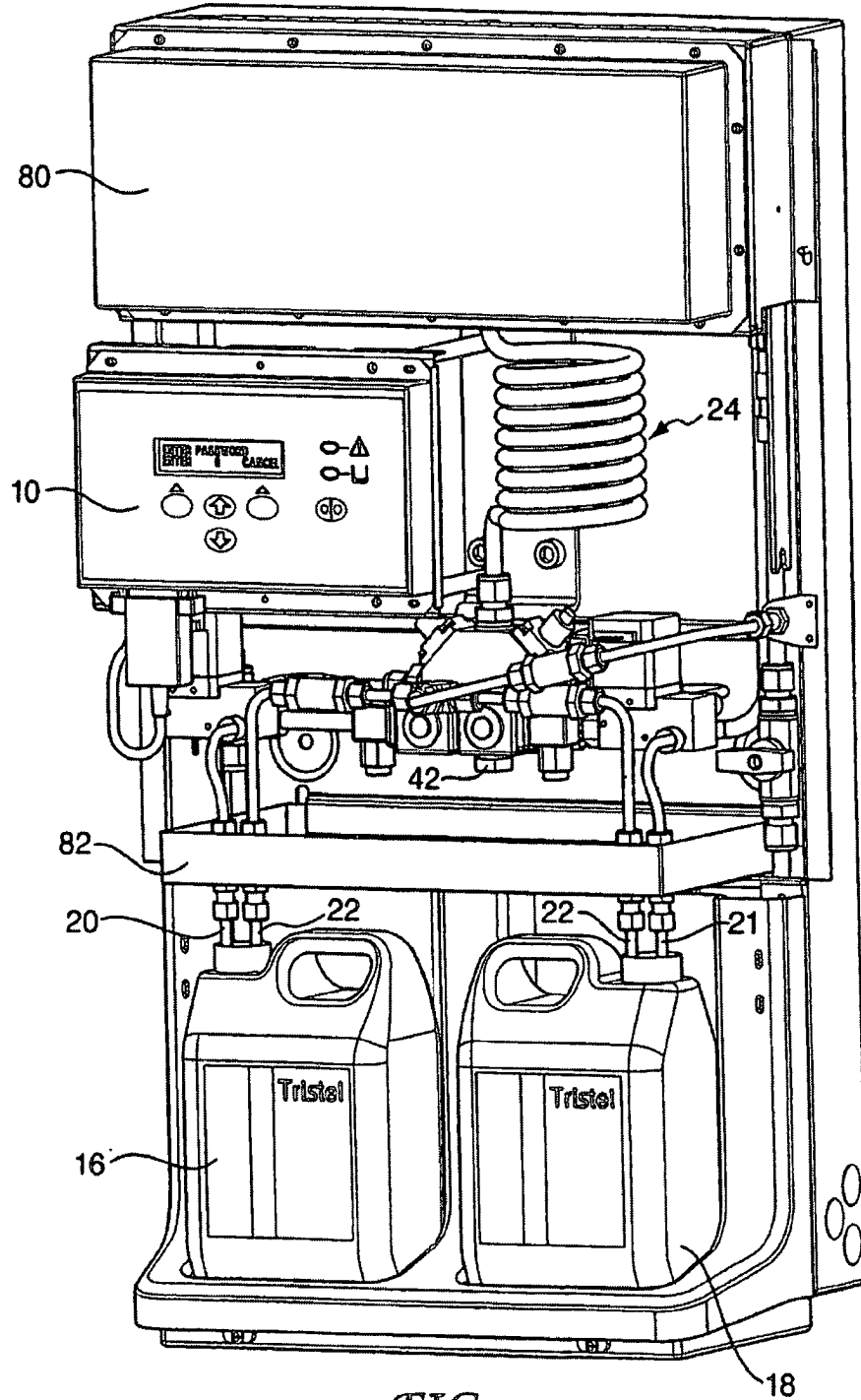


FIG. 7

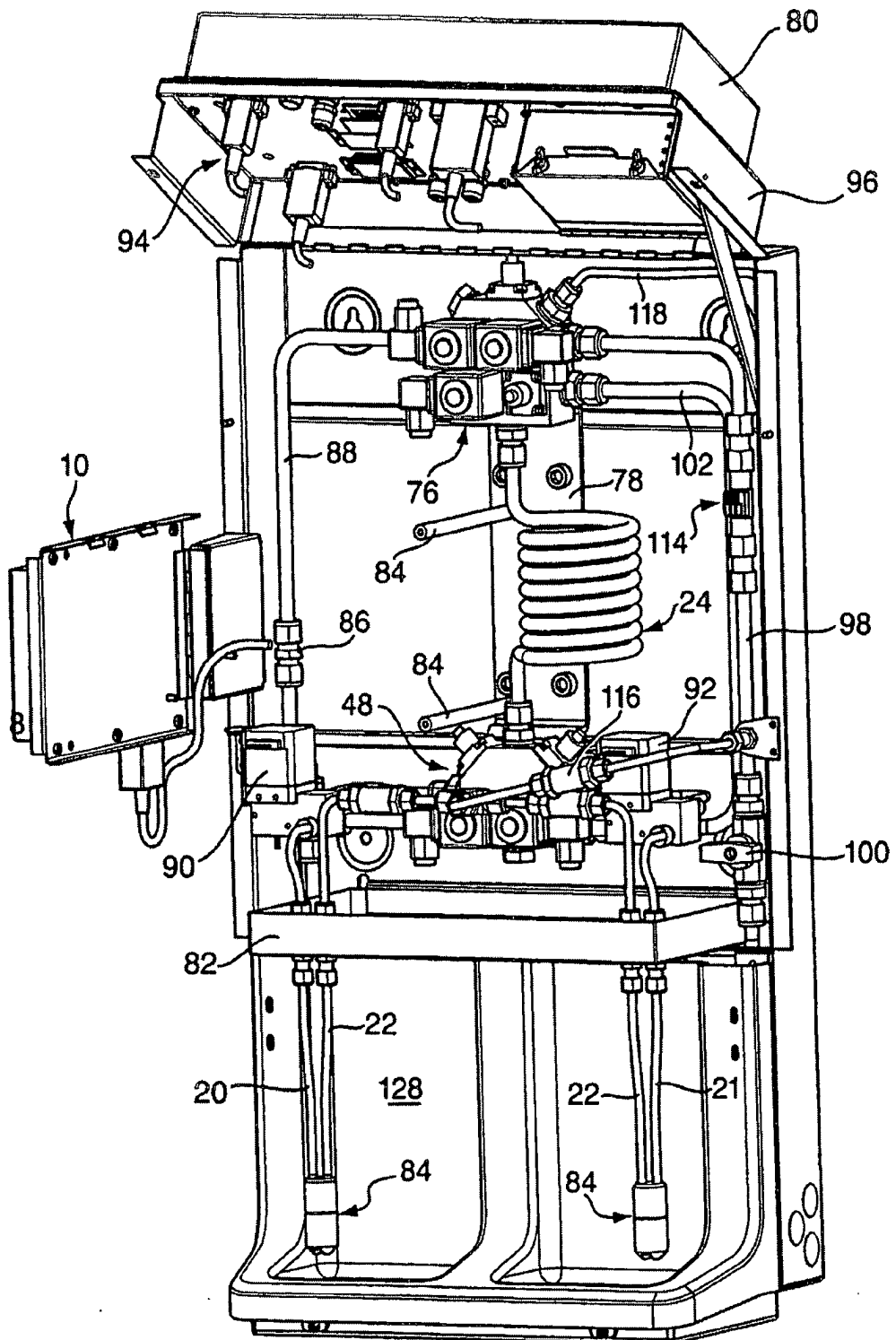


FIG. 8

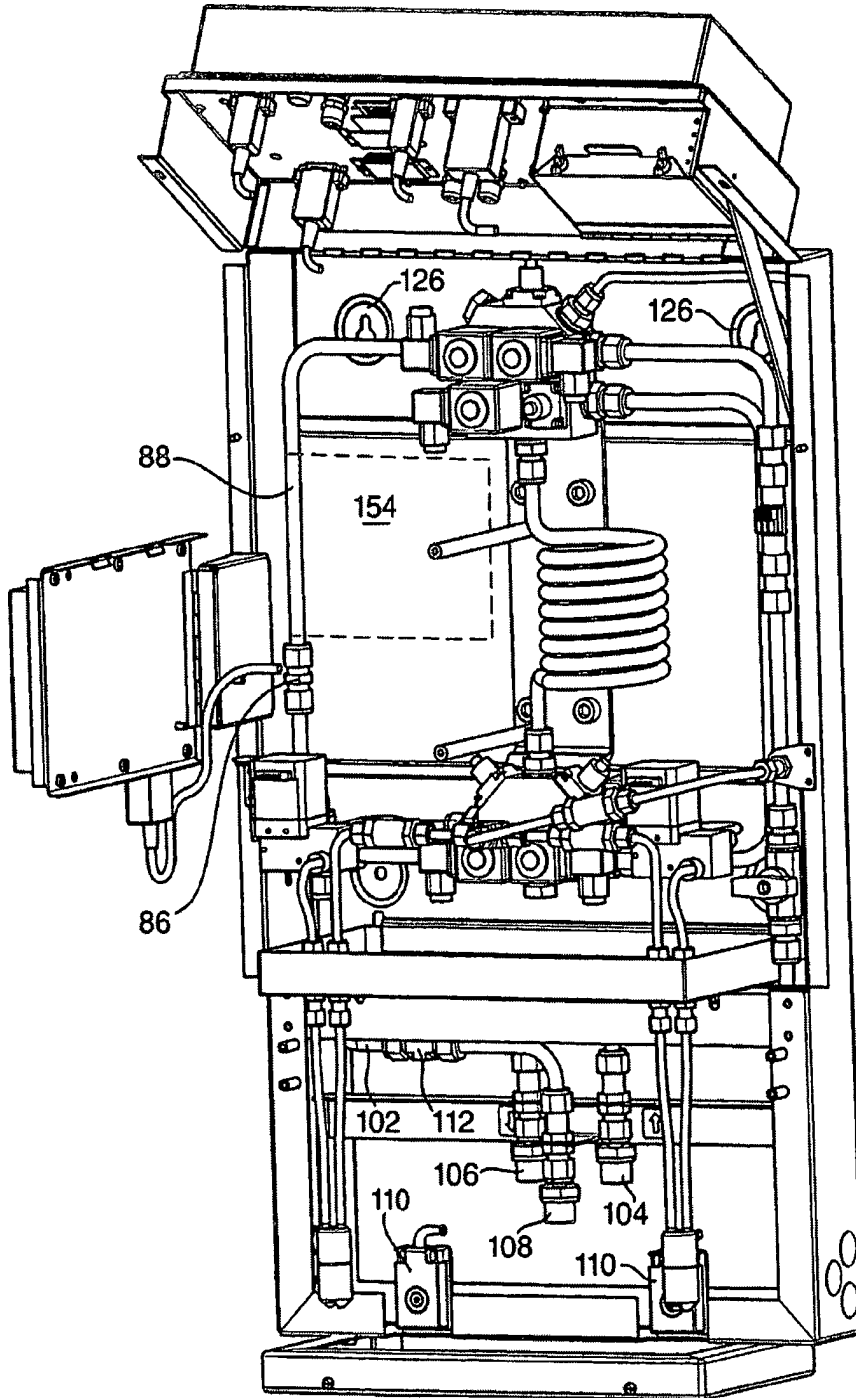


FIG. 9

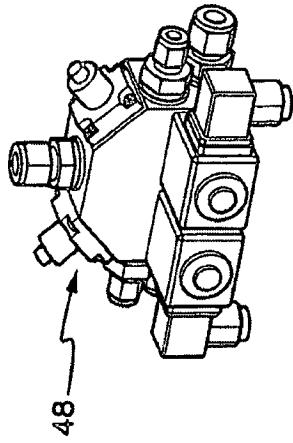


FIG. 11

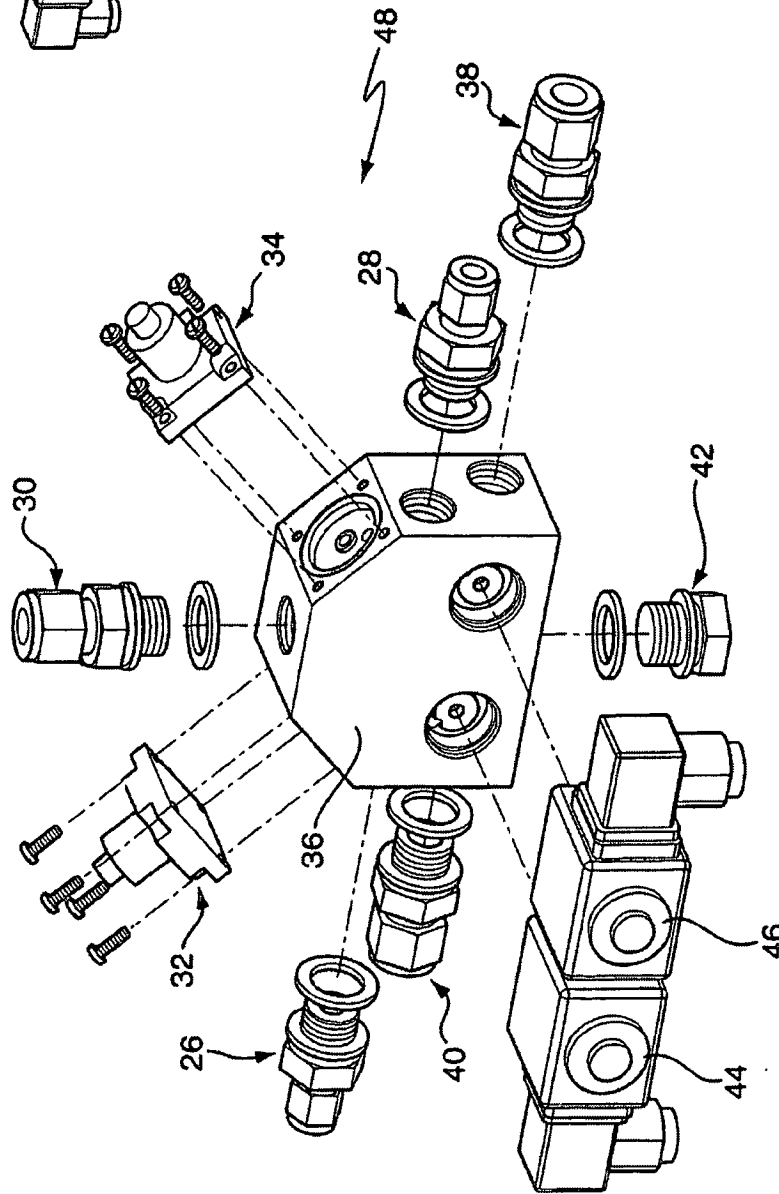


FIG. 10

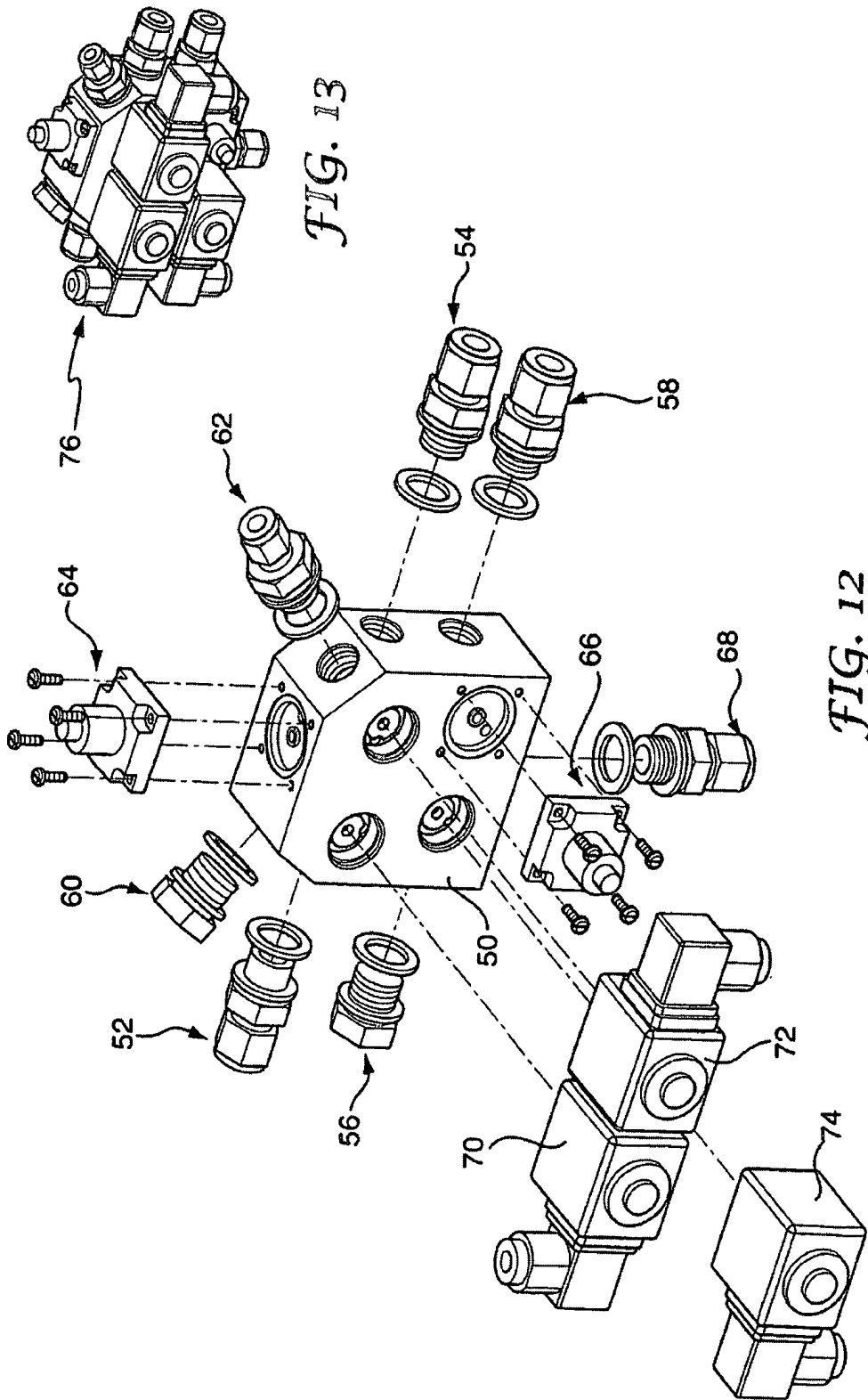


FIG. 13

FIG. 12

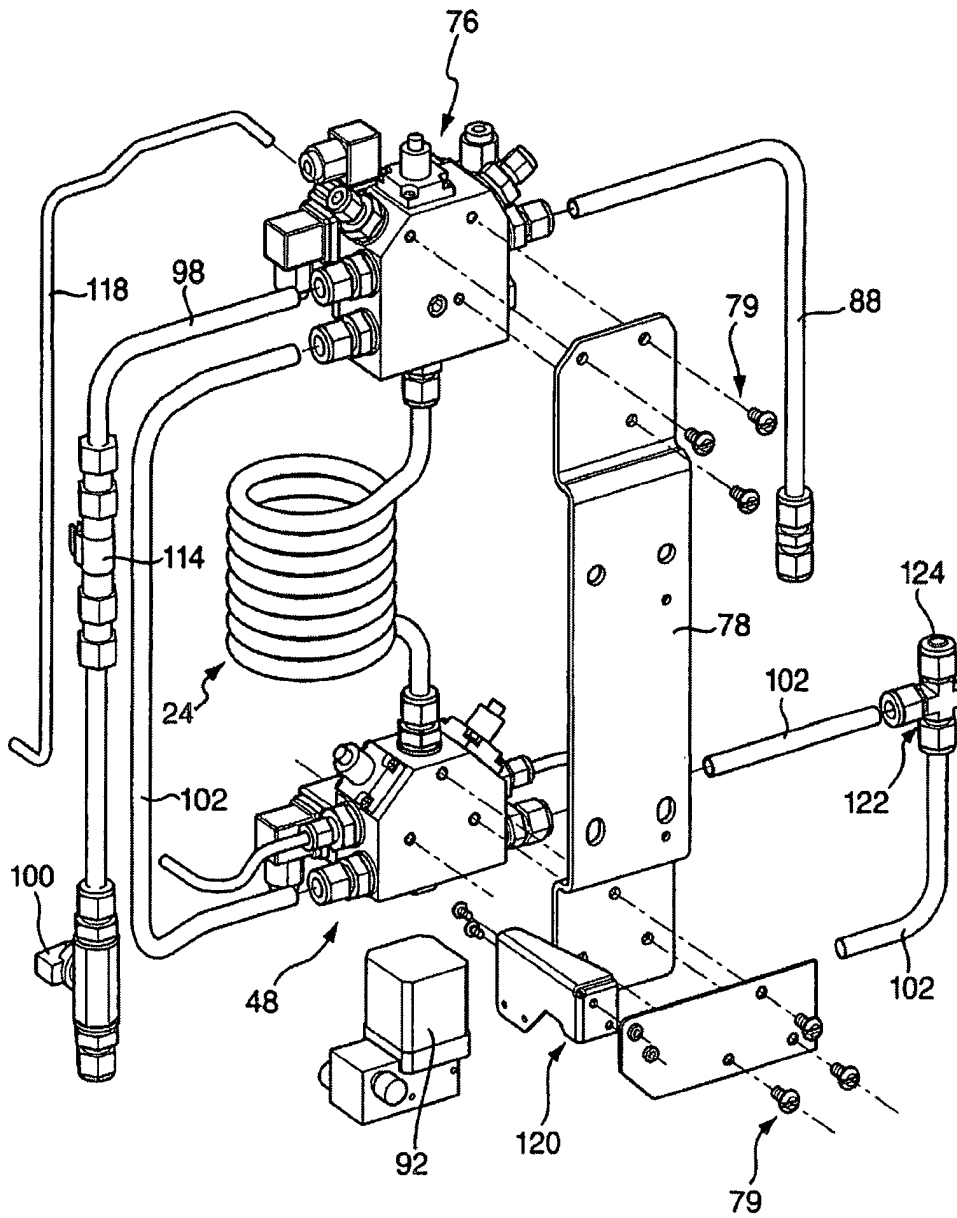


FIG. 14

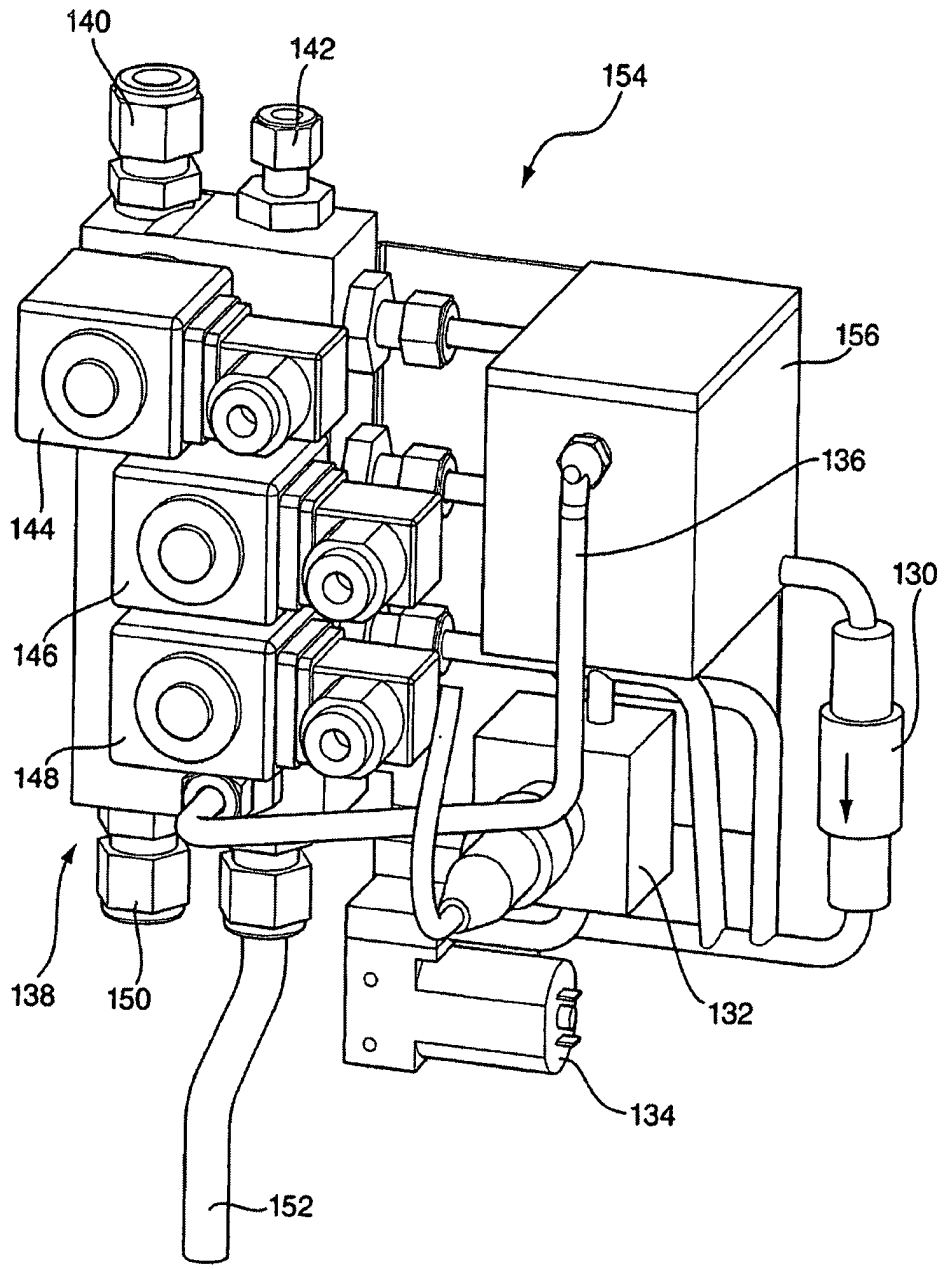


FIG. 15

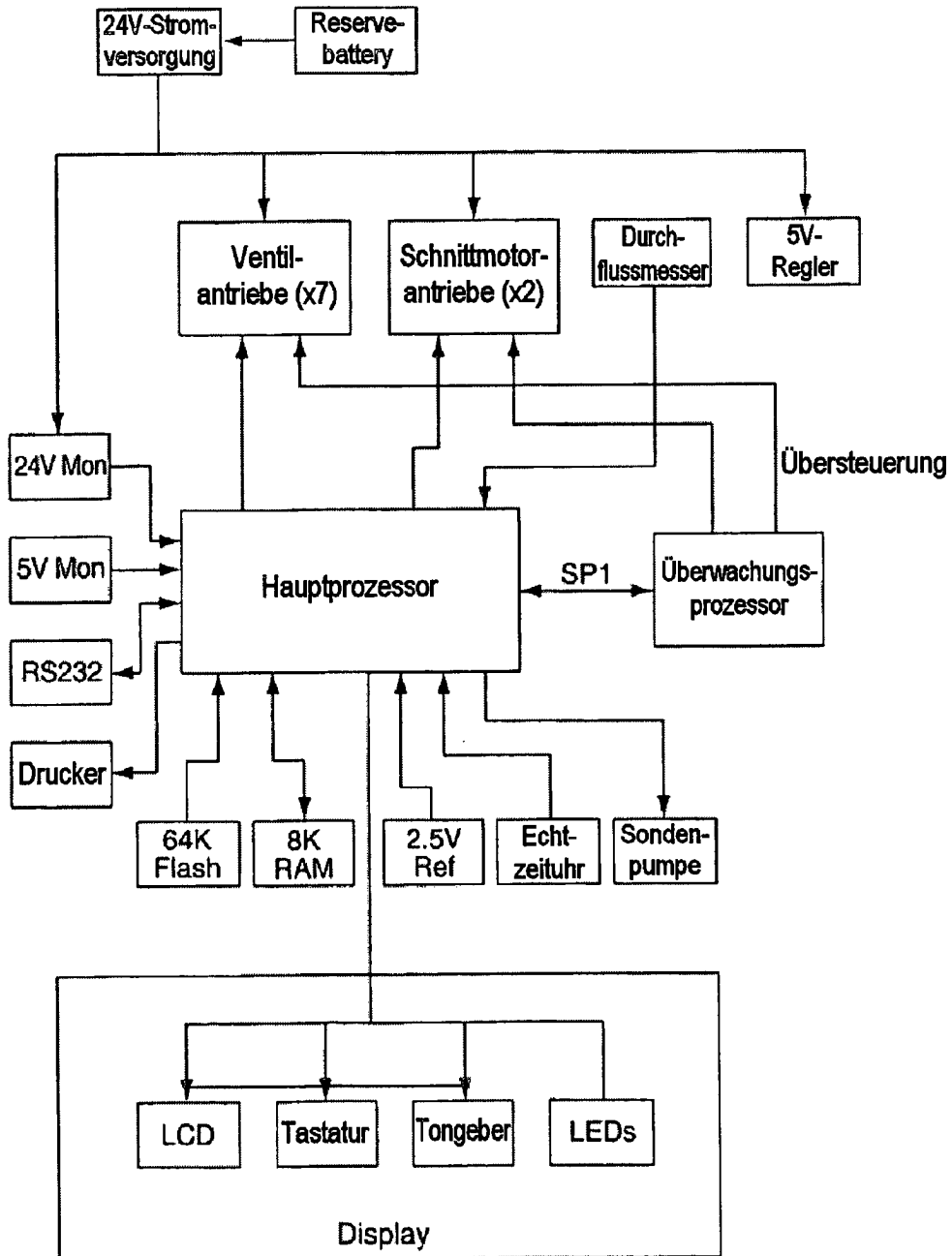


FIG. 16