

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 714 987 A2

(51) Int. Cl.: B01D 35/157 (2006.01)  
B01D 37/04 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-lichtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00563/19

(22) Anmeldedatum: 29.04.2019

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.11.2019

(30) Priorität: 01.05.2018 US 15/968.445

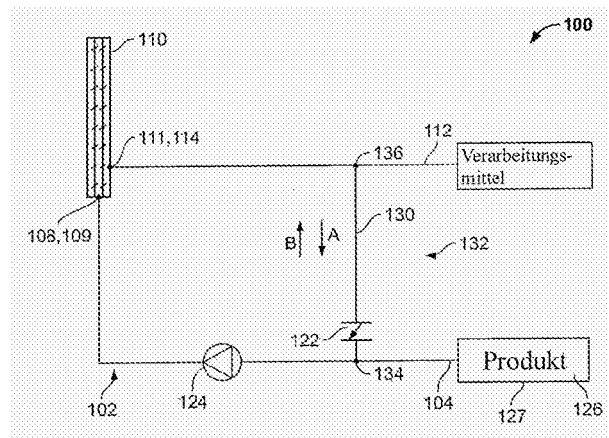
(71) Anmelder:  
Asahi Kasei Bioprocess America, Inc.,  
1855 Elmdale Avenue  
60026 Glenview (US)

(72) Erfinder:  
Michael D. Brandt, Cassopolis, MI 49031 (US)

(74) Vertreter:  
Isler & Pedrazzini AG, Postfach 1772  
8027 Zürich (CH)

(54) Ventilanzordnung und Verfahren zur Reduzierung der Virenmigration durch einen VirentfernungsfILTER nach Reduzierung des Zuflusses.

(57) Eine Ventilanzordnung (100) zum Reduzieren der Migration eines oder mehrerer Viren durch einen Filter (110), wenn der Zuflussstrom zum Filter (110) nach einer Reduzierung des Zuflussstroms wieder aufgenommen wird, beinhaltet eine Einlassleitung (102) mit einer Einlassöffnung (104), die mit einer Produktzufuhr (127) zu verbinden ist, und einer Auslassöffnung (108), die mit einem Einlass (109) des Filters (110) zu verbinden ist, eine Pumpe (124), eine Auslassleitung (112) und ein Rezirkulationssystem (132). Das Rezirkulationssystem (132) beinhaltet eine Rezirkulationsleitung (130), die die Auslassleitung (112) und die Einlassleitung (102) verbindet, und ein Rückschlagventil (122), das entlang der Rezirkulationsleitung (130) angeordnet ist. Wenn das Rückschlagventil (122) die Reduzierung des Zuflusses erkennt, wird ein Rezirkulationskreislauf erstellt, so dass das Produkt (126) während der Reduzierung kontinuierlich durch den Filter (110) zurückgeführt wird, wodurch ein kontinuierlicher Fluidstrom durch den Filter (110) auch während der Reduzierung gewährleistet ist.



**Beschreibung**

**TECHNISCHES GEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich ganz allgemein auf Virentfernsysteme und insbesondere auf ein System und Verfahren zur Sicherstellung eines kontinuierlichen Flusses durch einen VirusentfernungsfILTER, um eine Virusmigration durch den VirusentfernungsfILTER nach einer Reduzierung des Zuflusses zu verhindern.

**STAND DER TECHNIK**

[0002] Pharmazeutische Arzneimittel, die aus biologischen Quellen hergestellt, extrahiert oder synthetisiert werden, müssen Schritte zur Virusreduktion durchlaufen, um das Potenzial der viralen Kontamination im Arzneimittel selber zu verringern. Ebenso müssen Blutprodukte und Derivate Schritte zur Virusreduktion durchlaufen, um das Potenzial der viralen Kontamination im Produkt zu verringern. Eine dieser bekannten Methoden der Virusreduktion ist die Grössenausschlussfilterung. Durch die Grössenausschlussfilterung wird ein Zufluss, der das zu filternde Produkt enthält, durch einen VirusentfernungsfILTER geleitet. Der VirusentfernungsfILTER verfügt über eine Virusfiltrationsmembran, die die zu entfernenden Viren aus dem Produkt auffängt. Um das Virus einzufangen, wird die Membran so hergestellt, dass sie Millionen von Hohlräumen aufweist, die sich zu multiplen Kapillaren verbinden, die sich ihrerseits zu einem Gitter verbinden, durch das die Flüssigkeit hindurchtreten muss, um den Filter zu verlassen. Daher hat ein Virus, das in dem Flüssigkeitsstrom mitgerissen wird, einen verwundenen Weg, um einen Weg durch die Virusfiltermembran zu finden, um ihn zu verlassen. Auf diesem verwundenen oder qualvollen Weg kann ein Virus durch Grössenausschluss in oder um eine Kapillare eingeschlossen werden. Es kann auch durch Strömungskräfte oder Affinität zu einer Hohlraumwand in einem solchen Hohlraum gehalten werden. Um beispielsweise ein Virus mit einem Querschnittsdurchmesser von 17 Nanometern («nm») einzufangen, müssen die Kapillaren einen Querschnittsdurchmesser von weniger als 17 nm irgendwo auf ihrer Länge aufweisen oder ein Hohlraum muss ein Virus mit einem Querschnittsdurchmesser von weniger als 17 Nanometern durch Strömungskräfte oder Affinität zu den Wänden des Hohlraums zurückhalten.

[0003] Eine Verringerung des Zuflusses durch den VirentfernungsfILTER kann aus verschiedenen Gründen während des Filtrationsprozesses auftreten. So kann beispielsweise eine Verringerung des Zuflusses durch den VirentfernungsfILTER als Folge einer Verringerung der Versorgung und Zulaufs des Filters auftreten. Alternativ oder zusätzlich kann eine Verringerung des Zuflusses oder Zulaufs durch den VirusentfernungsfILTER als Folge von einer Ventilschaltung, einem Armaturen ausfall, einem pneumatischem Ausfall, einem mechanischem Ausfall, einem elektrischem Ausfall und anderen absichtlichen oder nicht absichtlichen Handlungen oder Ereignissen auftreten. In jedem Fall wird durch eine solche Reduzierung des Zulaufs der Durchfluss durch den VirusentfernungsfILTER reduziert oder sogar diskontinuierlich.

[0004] Ein Virus, das durch Flüssigkeitsströmung oder Affinität zu den Wänden eines Hohlraums zurückgehalten wird, kann jedoch durch Brownsche Bewegung seinen Weg aus dem Rückhaltedmedium finden, wenn der Flüssigkeitsstrom durch den Hohlraum reduziert wird (entweder teilweise oder vollständig). Mit anderen Worten, während des reduzierten Zulaufes kann sich ein Virus durch die Brownsche Bewegung um einen Hohlraum bewegen. Brownsche Bewegung kann ein Virus weit genug weg von dem Ort bewegen, an dem es in dem Hohlraum gehalten wurde, so dass, wenn der volle Zulauf durch den Hohlraum wieder aufgenommen wird, ein Virus in die Strömung mitgerissen wird und den Hohlraum in eine Kapillare oder einen anderen Hohlraum verlässt. Wenn ein Virus in den Fluss der Strömung mitgerissen wird und aus einem Hohlraum austritt, nachdem es einmal von diesem Hohlraum zurückgehalten wurde, hat es eine weitere Chance, durch die Virusfiltrationsmembran zu wandern, was die Chancen, dass das Virus den VirusentfernungsfILTER vollständig durchläuft, unerwünscht erhöht.

[0005] Ein reduzierter oder diskontinuierlicher Zuflussstrom durch einen VirentfernungsfILTER während des Filtrationsprozesses führt somit zu einer höheren Wahrscheinlichkeit, dass ein Virus durch den VirentfernungsfILTER wandert, wenn der volle Zuflussstrom wieder aufgenommen wird. Mit anderen Worten, die Reduzierung des Zuflussstroms durch einen VirusentfernungsfILTER während des Filtrationsprozesses erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass ein Virus seinen Weg durch den VirusentfernungsfILTER findet, wenn der volle Zuflussstrom wieder aufgenommen wird. Es ist daher zu beachten, dass die Reduzierung des Zulaufs durch einen VirentfernungsfILTER während des Filtrationsprozesses ein Problem darstellt.

**KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN**

[0006] Die als neu angesehenen Merkmale der vorliegenden Offenbarung sind besonders in den beigefügten Ansprüchen aufgeführt. Die vorliegende Offenbarung kann am besten unter Bezugnahme auf die folgende Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen verstanden werden, in der gleiche Bezugszeichen gleichartige Elemente in den einzelnen Figuren bezeichnen, in denen:

Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines Beispiels einer Ventilanordnung, die gemäss den Lehren der vorliegenden Offenbarung konstruiert wurde, um die Migration eines oder mehrerer Viren über eine Virentfernungsmembran zu reduzieren, wenn der volle Zulauf nach einer Reduzierung des Zulaufs wieder aufgenommen wird;

- Fig. 2 ist eine schematische Darstellung eines weiteren Beispiels einer Ventilanordnung, die gemäss den Lehren der vorliegenden Offenbarung konstruiert wurde, um die Migration eines oder mehrerer Viren über eine Virenentfernungsmembran zu reduzieren, wenn der volle Zulauf nach einer Reduzierung des Zulaufs wieder aufgenommen wird;
- Fig. 3 ist eine schematische Darstellung eines weiteren Beispiels einer Ventilanordnung, die gemäss den Lehren der vorliegenden Offenbarung konstruiert wurde, um die Migration eines oder mehrerer Viren über eine Virenentfernungsmembran zu reduzieren, wenn der volle Zulauf nach einer Reduzierung des Zulaufs wieder aufgenommen wird.

### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

**[0007]** Die vorliegende Offenbarung ist ganz allgemein auf eine Ventilanordnung gerichtet, um die Migration eines oder mehrerer Viren durch einen VirenentfernungsfILTER zu reduzieren, wenn der Zuflussstrom nach einer Reduzierung des Zuflussstroms durch den VirenentfernungsfILTER wieder aufgenommen wird. Die hier offenbarte Ventilanordnung reduziert die Migration eines oder mehrerer Viren, indem sie sicherstellt, dass ein kontinuierlicher Fluidstrom durch den VirenentfernungsfILTER bereitgestellt wird, falls eine Verringerung des Zuflussstroms durch den VirenentfernungsfILTER eintritt. In einigen Beispielen zirkuliert die Ventilanordnung Flüssigkeit vom Ausgang des Virusentfernungsfilters zum Eingang des Virusentfernungsfilters. Gleichzeitig ist die Ventilanordnung so konfiguriert, um zu verhindern, dass Viren in der Flüssigkeit, die zum Eingang des Virusentfernungsfilters strömt, in die Ausgangsflüssigkeit diffundieren können. In einigen Beispielen liefert die Ventilanordnung nach Beendigung der Zuflussstromreduzierung und Wiederaufnahme des vollen Zuflussstroms automatisch einen Rezirkulationspuffer, um das Herauskehren von in der Rezirkulationsleitung eingeschlossenem Fluid zu erleichtern.

**[0008]** Fig. 1 zeigt ein Beispiel für ein System 100 zur Reduzierung der Migration eines oder mehrerer Viren über und durch einen VirenentfernungsfILTER 110, wenn der Zuflussstrom wieder aufgenommen wird, nachdem eine Reduzierung des Zuflussstroms durch den VirusbeseitigungsfILTER 110 erfolgt ist. Der VirenentfernungsfILTER 110 weist eine Virusfiltrationsmembran auf, die allgemein gesehen konfiguriert ist, um die Virusreduktion aus einem Produkt 126 (z.B. einem in Lösung befindlichen pharmazeutischen Arzneimittel) durch Grössenausschluss zu bewirken, wenn das Produkt durch diese hindurchfliesst, indem sichergestellt wird, dass der Flüssigkeitsstrom durch den Virusfilter 110 kontinuierlich ist, so dass Viren nicht verdrängt und durch die Membran des Virusfilters 110 geleitet werden, sondern kontinuierlich und konsequent in der Membran des Virusfilters 110 eingeschlossen werden. Der Virenfilter 110 wird vorzugsweise aus regeneriertem Zelluloid hergestellt, z.B. von Asahi KASEI Medical Co. LTD, obwohl der Virenfilter 110 stattdessen aus Polysulfon oder Polyvinylidenfluorid hergestellt werden kann.

**[0009]** In dem dargestellten Beispiel nimmt das System 100 die Gestalt einer Ventilanordnung an, die eine Einlassleitung 102, die mit dem Filter 110 verbunden werden kann, eine Auslassleitung 112, die mit dem Filter 110 verbunden werden kann, eine Pumpe 124, die auf der Einlassleitung 102 angeordnet ist, und ein Rezirkulationssystem 132 beinhaltet, das sowohl mit der Einlassleitung 102 als auch mit der Auslassleitung 112 gekoppelt und so konfiguriert ist, um den oben beschriebenen kontinuierlichen Fluidstrom bereitzustellen. In anderen Beispielen kann das System 100 jedoch unterschiedliche, zusätzliche oder weniger Komponenten beinhalten,

**[0010]** Insbesondere beinhaltet die Einlassleitung 102 eine Einlassöffnung 104 und eine Auslassöffnung 108. Die Einlassöffnung 104 ist im Allgemeinen mit einer Versorgung 127 des Produkts 126 gekoppelt, das zur Virusbeseitigung durch den Filter 110 geleitet werden soll. Die Zufuhr und Versorgung 127 des Produkts 126 kann beispielsweise in Form eines Tanks oder Behälters vorliegen oder erfolgen, der zur Aufnahme des Produkts 126 geeignet ist. In einigen Fällen kann die Zufuhr 127 auch eine Pufferlösung erhalten oder halten, die hilft, das Produkt 126 durch den VirusentfernungsfILTER 110 zu leiten. In der Zwischenzeit ist die Auslassöffnung 108 der Einlassleitung 102 so angeordnet, dass sie mit einem Einlass 109 des Filters 110 verbunden ist. Wenn also die Einlassleitung 102 mit dem Filter 110 verbunden ist, strömt das Produkt 126 (und in einigen Fällen die Pufferlösung zum Befördern des Produkts 126) von der Zufuhr 127 und zum und durch den Filter 110 über die Einlassöffnung 104 und die Auslassöffnung 108 der Einlassleitung 102. Die Virusfiltrationsmembran des Filters 110 wiederum fängt alle im Produkt 126 enthaltenen Viren ein, die aus der Zufuhr 127 fliessen.

**[0011]** Die Auslassleitung 112 ist so angeordnet, dass sie über eine Einlassöffnung 114 der Auslassleitung 112 mit einem Auslass 111 des Filters 110 gekoppelt wird. Wenn die Auslassleitung 112 mit dem Filter 110 gekoppelt ist, saugt die Auslassleitung 112 das gefilterte Produkt 126 (d.h. das Filtrat) ab, das durch den Filter 110 passiert ist. Die Auslassleitung 112 kann optional mit anderen Vorrichtungen, z.B. einem Verarbeitungsmittel, gekoppelt werden, um das Produkt 126 weiterzuverarbeiten oder die Trennung des Produkts 126 von der Pufferlösung zu erleichtern (wenn dies verwendet wird).

**[0012]** In dem dargestellten Beispiel beinhaltet das Rezirkulationssystem 132 eine Rezirkulationsleitung 130, die zwischen den Ein- und Auslassleitungen 102, 112 und einem Rückschlagventil 122 entlang der Rezirkulationsleitung 130 angeordnet ist. Insbesondere beinhaltet die Rezirkulationsleitung 130 eine Einlassöffnung 134 und eine Auslassöffnung 136. Die Einlassöffnung 134 verbindet die Rezirkulationsleitung 130 fluidisch mit der Einlassleitung 102 und die Auslassöffnung 136 verbindet die Rezirkulationsleitung 130 fluidisch mit der Auslassleitung 112. Das Rückschlagventil 122 hingegen ist entlang der Rezirkulationsleitung 130 zwischen der Einlassöffnung 134 und der Auslassöffnung 136 angeordnet, jedoch

an einer Position, die näher an der Einlassöffnung 134 als an der Auslassöffnung 136 liegt (zumindest in diesem Beispiel). Das Rückschlagventil 122 in diesem Beispiel ist ein hochintegrierter, hochempfindlicher Gegendruckregler, der beispielsweise von Equibar hergestellt wird. Das Rückschlagventil 122 weist eine voreingestellte, geschlossene Position auf, in der das Rückschlagventil 122 den Fluidstrom in beide Richtungen zwischen der Einlassöffnung 134 und der Auslassöffnung 136 der Rezirkulationsleitung 130 verhindert, und eine offene Position, in der das Rückschlagventil 122 den Fluidstrom in einer Richtung A von der Auslassöffnung 136 zur Einlassöffnung 134, nicht aber in einer Richtung B von der Einlassöffnung 134 zur Auslassöffnung 136 zulässt. Somit stellt das Rückschlagventil 122 sicher, dass kein Produkt 126 in die Auslassleitung 112 fließen kann, ohne zuerst den Filter 110 zu passieren, unabhängig von seiner Position. Gleichzeitig ist das Rückschlagventil 122 auch so konfiguriert, um eine Reduzierung des Zulaufstroms in der Einlassleitung 102 (d.h. von der Einlassöffnung 104 der Einlassleitung 102 zur Auslassöffnung 108 der Einlassleitung 102) zu erfassen und zwischen der geschlossenen und der offenen Position zu wechseln, je nachdem, ob eine solche Reduzierung festgestellt wird.

**[0013]** Während des normalen Betriebs des Systems 100 befindet sich das Rückschlagventil 122 in seiner geschlossenen Position und das Produkt 126 wird in und durch den Filter 110 geleitet. Insbesondere saugt die Pumpe 124 das Produkt 126 aus der Zufuhr 127 des Produkts 126 an und führt das Produkt 126 zu und durch die Auslassöffnung 108 der Einlassleitung 102 und in den Filter 110. Einmal im Filter 110 angekommen, durchläuft das Produkt 126 die Virusfiltermembran des Filters 110 (nicht dargestellt). Wie vorstehend erläutert, weist die Membran des Filters 110 eine Gitterstruktur auf, die aus verschiedenen miteinander verbundenen Hohlräumen und Kapillaren mit Durchmessern kleiner als der Querschnitt des Virus besteht, das aus dem Produkt 126 entfernt werden soll. Der Durchmesser der Hohlräume und Kapillaren der Filtermembran kann beispielsweise zwischen fünfzehn (15) und fünfundsiebzig (75) Nanometer («nm») liegen. Diese Gitterstruktur bildet einen gewundenen Pfad für den Durchfluss des Produkts 126, das das in dem Produkt 126 enthaltene und zu entfernende Virus einfängt. Nach dem Durchlaufen der Filtermembran verlässt das Produkt 126 dann den Filter 110 durch den Filterauslass 111 und tritt über eine Einlassöffnung 114 in die Auslassleitung 112 ein. Innerhalb der Auslassleitung 112 kann das Produkt 126 aus dem System 100 abgesaugt werden.

**[0014]** Im Laufe des normalen Betriebs kann es zu einer Verringerung des Zuflusses durch die Einlassleitung 102 kommen. Insbesondere kann der Zufluss von der Einlassöffnung 104 zur Auslassöffnung 108 der Einlassleitung 102 reduziert (und in einigen Fällen vollständig unterbrochen) werden. Die Reduzierung kann aus verschiedenen Gründen erfolgen. So kann beispielsweise die Pufferlösung, die verwendet wird, um das Produkt 126 durch den Filter 110 zu leiten, aufgebraucht werden, bevor das gesamte Produkt 126 durch den Filter 110 gefiltert wird, die Einlassöffnung 104 kann blockiert werden, wodurch der Durchfluss durch die Einlassleitung 102 verhindert wird, oder eine Person kann versehentlich auf einen Abschnitt der Einlassleitung 102 treten, was zu einer Verstopfung führt. In jedem Fall bietet die vorliegende Offenbarung für den Fall, dass eine solche Verringerung des Durchflusses eintritt, Möglichkeiten zur Verringerung der Virusmigration durch die Wiederaufnahme des Zuflusses nach der vorhergehenden Verringerung des Zuflusses.

**[0015]** Wenn der Zulaufstrom durch die Einlassleitung 102 (und damit den Filter 110) reduziert wird, reagiert das System 100 so, dass die Virusmigration durch den Virusentfernungsfilter 110 reduziert wird. Wie vorstehend erläutert, ist das Rückschlagventil 122 so angeordnet, dass es eine Verringerung des Zulaufs durch die Einlassleitung 102 erkennt. Wenn das Rückschlagventil 122 eine Reduzierung des Förderstroms erkennt (z.B. durch einen Zug der Pumpe 124 am Rückschlagventil 122), bewegt sich das Rückschlagventil 122 von seiner geschlossenen Position zu seiner geöffneten Position. Dadurch wiederum wird es dem Fluid gestattet, in Richtung A von der Auslassöffnung 136 zur Einlassöffnung 134 zu strömen und erzeugt im System 100 einen Rezirkulationskreislauf, d.h. von der Einlassleitung 102 durch den Filter 110, dem Filter 110 zur Auslassleitung 112, der Auslassleitung 112 zur Rezirkulationsleitung 130 und der Rezirkulationsleitung 130 zurück zur Einlassleitung 102. Die Schaffung dieses Rezirkulationskreislaufs ermöglicht es der Pumpe 124, das Produkt 126 kontinuierlich durch die Auslassöffnung 108 der Einlassleitung 102 und des Filters 110 zu rezirkulieren, so dass das Fluid während der Reduzierung des Zulaufs kontinuierlich zum und durch den Filter 110 strömt, und mindert dadurch die Virusmobilität, indem sichergestellt wird, dass ein in der Filtermembran des Filters 110 eingeschlossenes Virus während der Reduzierung des Zulaufs immobilisiert bleibt. In einigen Fällen, z.B. wenn der Zuflussstrom durch die Einlassleitung 102 vollständig unterbrochen ist, rezirkuliert die Pumpe 124 kontinuierlich im Wesentlichen das gesamte Produkt 126, das sich in der Einlassleitung 102 befindet oder durch diese hindurchgegangen ist und noch nicht über die Auslassleitung 112 aus dem System abgeführt wurde. In anderen Fällen, z.B. wenn der Zuflussstrom nur teilweise reduziert wird, rezirkuliert die Pumpe 124 mindestens einen Teil des Produkts 126, das sich im Einlass 102 befindet oder ihn durchlaufen hat, wobei dieser Teil gleich dem Betrag der Reduzierung des Zuflussstroms ist. Wenn beispielsweise eine Reduzierung des Zuflussstroms um 50% vorliegt, rezirkuliert die Pumpe 124 etwa 50% des Produkts 126, das sich im Einlass 102 befindet oder ihn durchlaufen hat, während die restlichen etwa 50% aus dem System 100 abgesaugt werden, so dass das durch den Einlass 102 strömende Gesamtfluid etwa gleich der Menge ist, die vor der Reduzierung durch ihn strömt.

**[0016]** Das System 100 rezirkuliert das Fluid auf diese Weise weiter, bis die Reduktion des Durchflusses beendet ist und der volle Zulauf und Zufluss wieder aufgenommen wird. Sobald das Rückschlagventil 122 erkennt, dass der volle Zufluss wieder aufgenommen wurde, bewegt sich das Rückschlagventil 122 von seiner geöffneten Position in seine geschlossene Position, so dass das Fluid nicht mehr von der Ausgangsleitung 112 zur Eingangsleitung 102 über die Rezirkulationsleitung 130 fließen und damit den Rezirkulationskreislauf schliessen kann.

**[0017]** Fig. 2 zeigt ein Beispiel für ein System 200 zur Reduzierung der Migration eines oder mehrerer Viren über und durch den Virusentfernungsfilter 110, wenn der volle Zufluss wieder aufgenommen wird, nachdem eine Reduzierung des Zuflusses

ses erfolgt ist. Das in Fig. 2 dargestellte System 200 ist ähnlich dem in Fig. 1 dargestellten System 100, mit gemeinsamen Komponenten, die mit gemeinsamen Bezugszeichen dargestellt sind, unterscheidet sich aber dadurch, dass das System 200 ein Rezirkulationssystem 232 beinhaltet, das sich vom Rezirkulationssystem 132 des Systems 100 unterscheidet. In diesem Beispiel beinhaltet das Rezirkulationssystem 232 das Rückschlagventil 122, aber auch ein Absperrventil 216 und eine Berstscheibe 218, die jeweils auf der Rezirkulationsleitung 130 angeordnet sind.

**[0018]** Das Absperrventil 216 ist entlang der Rezirkulationsleitung 130 zwischen der Einlassöffnung 134 und der Auslassöffnung 136 angeordnet, jedoch an einer Position, die näher an und angrenzend an die Auslassöffnung 136 liegt (zumindest in diesem Beispiel). Das Absperrventil 216 weist eine geöffnete Position auf, in der das Ventil 216 einen Fluidstrom zwischen der Eingangsöffnung 134 und der Ausgangsöffnung 136 zulässt, und eine geschlossene Position, in der das Ventil 216 einen Fluidstrom zwischen der Eingangsöffnung 134 und der Ausgangsöffnung 136 verhindert. Mit anderen Worten, wenn sich das Absperrventil 216 in der geschlossenen Position befindet, verhindert das Absperrventil 216 redundant jeden Fluidstrom von der Einlassöffnung 134 der Rezirkulationsleitung 130 zur Auslassöffnung 136 der Rezirkulationsleitung 130, falls das Rückschlagventil 122 ausfällt oder das Produkt 126 irgendwie durch das Rückschlagventil 122 fließen sollte. Währenddessen ist die Berstscheibe 218 auch entlang der Rezirkulationsleitung 130 zwischen der Eingangsöffnung 134 und der Ausgangsöffnung 136 angeordnet, jedoch an einer Stelle zwischen dem Rückschlagventil 122 und dem Absperrventil 216. Die Berstscheibe 218 weist eine Membran auf, die die Rezirkulationsleitung 130 abdichtet, aber bei einem vorgegebenen Differenzdruck ausfällt, so dass das Fluid zu diesem Zeitpunkt ungehindert durchströmen kann.

**[0019]** Während des normalen Betriebs des Systems 200 ist das Rückschlagventil 122 geschlossen, das Absperrventil 216 ist geöffnet (obwohl es stattdessen geschlossen werden kann), und das Produkt 126 strömt durch die Einlassleitung 102, durch den Filter 110 und aus dem System 200 über die Auslassleitung 112 in ähnlicher Weise wie oben in Verbindung mit dem System 100 beschrieben. Weiterhin besteht, da das Rückschlagventil 122 geschlossen ist, eine gleichmässige Druckdifferenz (oder eine im Wesentlichen gleichmässige Druckdifferenz) über der Berstscheibe 218, so dass die Kräfte auf beiden Seiten der Berstscheibe 218 gleich sind. Diese gleichmässige Druckdifferenz über die Berstscheibe 218 sorgt dafür, dass die Berstscheibe 218 intakt bleibt und dichtet die Rezirkulationsleitung 130 ab.

**[0020]** Wenn jedoch während des normalen Betriebs des Systems 200 eine Reduzierung des Zulaufs in der Einlassleitung 102 (und damit des Filters 110) auftritt, reagiert das System 200 so, dass das Potenzial für eine Virusmigration durch den VirusentfernungsfILTER 110 reduziert wird. Wenn das Rückschlagventil 122 eine Reduzierung des Förderstroms erkennt, bewegt sich das Rückschlagventil 122 aus seiner geschlossenen Position in seine geöffnete Position und das Absperrventil 216 wird aus seiner geschlossenen Position in seine geöffnete Position (falls es geschlossen wurde) bewegt, z.B. als Reaktion auf Anweisungen des Rückschlagventils 122 oder Anweisungen einer Steuerung (nicht, dargestellt). Dies wiederum ermöglicht es der Pumpe 124, einen Unterdruck auf die Berstscheibe 218 auszuüben, d.h. die Berstscheibe 218 einer ungleichmässigen Druckdifferenz auszusetzen. Die ungleichmassige Druckdifferenz erzeugt auf einer Seite der Berstscheibe 218 eine Kraft, die grösser ist als die auf der anderen Seite der Berstscheibe 218 ausgeübte Kraft. Diese ungleichmassige Verteilung der Kräfte führt zum Bersten der Berstscheibe 218 (d.h. zum dauerhaften Öffnen).

**[0021]** Wenn die Berstscheibe 218 platzt und solange sich das Rückschlagventil 122 und das Absperrventil 216 in ihren geöffneten Positionen befinden, ist zu beachten, dass das Fluid einen ungehinderten Weg vom Auslassanschluss 136 zum Einlassanschluss 134 hat, der es dem Fluid ermöglicht, von der Auslassleitung 112 zum Einlass 102 durch die Rezirkulationsleitung 130 zu strömen. Dadurch entsteht im System 200 ein Rezirkulationskreislauf, d.h. von der Eingangsleitung 102 durch den Filter 110, dem Filter 110 zur Ausgangsleitung 112, der Ausgangsleitung 112 zur Rezirkulationsleitung 130 und der Rezirkulationsleitung 130 zurück zur Eingangsleitung 102. Die Bildung dieses Rezirkulationskreislaufs ermöglicht es der Pumpe 124, das Produkt 126 kontinuierlich durch die Auslassöffnung 108 der Einlassleitung 102 und den Filter 110 während der Förderstromreduzierung zu rezirkulieren, so dass das Fluid während der Förderstromreduzierung kontinuierlich zum und durch den Filter 110 strömt und dadurch die Virusmobilität mindert, indem sichergestellt wird, dass ein in der Filtermembran des Filters 110 eingeschlossenes Virus während der Förderstromreduzierung immobilisiert bleibt. In einigen Fällen, z.B. wenn der Förderstrom vollständig unterbrochen ist, rezirkuliert die Pumpe 124 kontinuierlich im Wesentlichen das gesamte Produkt 126, das sich in der Einlassleitung 102 befindet oder durch diese hindurchgegangen ist und noch nicht über die Auslassleitung 112 aus dem System abgeführt wurde. In anderen Fällen, z.B. wenn der Förderstrom nur teilweise reduziert wird, rezirkuliert die Pumpe 124 mindestens einen Teil des Produkts 126, der sich im Einlass 102 befindet oder durch diesen hindurchgegangen ist, wobei dieser Teil gleich der Menge der Flüssigkeitsreduktion ist. Wenn beispielsweise eine Reduzierung des Förderstroms um 50% vorliegt, rezirkuliert die Pumpe 124 etwa 50% des Produkts 126, das sich im Einlass 102 befindet oder ihn durchlaufen hat, während die restlichen etwa 50% aus dem System 100 abgesaugt werden, so dass die durch den Einlass 102 strömende Gesamtfuidmenge etwa gleich der Menge ist, die vor der Reduzierung durch ihn strömt.

**[0022]** Das System 200 rezirkuliert das Produkt 126 so lange, bis die Reduktion beendet ist und der volle Zufluss wieder aufgenommen wird. Sobald das Rückschlagventil 122 erkennt, dass der volle Zufluss wieder aufgenommen wurde, bewegt sich das Rückschlagventil 122 von seiner geöffneten Position in seine geschlossene Position, und das System 200 bewirkt, dass das Absperrventil 216 von seiner geöffneten Position in seine geschlossene Position übergeht, so dass das Fluid nicht mehr von der Ausgangsleitung 112 zur Eingangsleitung 102 über die Rezirkulationsleitung 130 fließen kann, wodurch der Rezirkulationskreislauf geschlossen wird. Mit anderen Worten, die Auslassleitung 112 ist von der Einlassleitung 102 fluidisch getrennt.

**[0023]** Sobald das Absperrventil 216 in die geschlossene Position zurückgekehrt ist und der Zulauf nicht mehr reduziert ist, muss natürlich die Berstscheibe 218 innerhalb des Rezirkulationssystems 232 ausgetauscht werden. So kann beispielsweise von einer Person verlangt werden, dass sie die verwendete Berstscheibe 218 manuell entfernt und eine neue Berstscheibe 218 an ihre Stelle setzt. In einem anderen Beispiel kann jedoch der Austausch der Berstscheibe 218 automatisiert werden. Die Automatisierung des Austauschs wirkt wie eine Redundanz, falls eine Person vergisst, die Scheibe auszutauschen, und hilft, ein autonomeres System 200 zu schaffen.

**[0024]** Fig. 3 zeigt ein Beispiel für ein System 300 zur Reduzierung der Migration eines oder mehrerer Viren über und durch den Virenentfernungsfilter 110, wenn der Zuflussstrom wieder aufgenommen wird, nachdem eine Reduzierung des Zuflussstroms durch den Virenentfernungsfilter 110 erfolgt ist. Das in Fig. 3 dargestellte System 300 ist ähnlich wie das in Fig. 2 dargestellte System 200 aufgebaut, mit gemeinsamen Komponenten, die mit gemeinsamen Bezugszeichen versehen sind, unterscheidet sich aber dadurch, dass das System 300 ein Rezirkulationssystem 332 beinhaltet, das sich vom Rezirkulationssystem 232 des Systems 200 unterscheidet. Insbesondere beinhaltet das Rezirkulationssystem 332 in diesem Beispiel das Rückschlagventil 122, das Absperrventil 216 und die Berstscheibe 218, aber auch ein zweites Absperrventil 317, ein drittes Absperrventil 319 und eine Quelle 320 der Rezirkulationspufferlösung 321 (d.h. eine zweite Pufferlösung).

**[0025]** Wie in Fig. 3 dargestellt, ist das zweite Absperrventil 317 entlang der Einlassleitung 102 an einer Stelle zwischen der Pumpe 124 und der Einlassöffnung 104 angeordnet. Insbesondere ist das zweite Absperrventil 317 entlang der Einlassleitung 102 zwischen der Eingangsöffnung 134 der Rezirkulationsleitung 130 und der Eingangsöffnung angeordnet. Wie das Absperrventil 216 hat auch das zweite Absperrventil 317 eine offene und eine geschlossene Position. Wenn sich das Absperrventil 317 jedoch in seiner geöffneten Position befindet, lässt das Ventil 317 einen Fluidstrom zwischen der Eingangsöffnung 104 und der Eingangsöffnung 134 zu. Wenn sich das Absperrventil 317 in seiner geöffneten Position befindet, lässt das Ventil 317 somit das Produkt 126 von der Quelle 127 zur Pumpe 124 fließen. Umgekehrt verhindert das Ventil 317, wenn sich das Absperrventil 317 in seiner geschlossenen Position befindet, den Fluidstrom zwischen der Einlassöffnung 104 und der Einlassöffnung 134, so dass kein Produkt 126 zur Pumpe 124 fließen kann (d.h. der Zuflussstrom ist Null).

**[0026]** Das dritte Absperrventil 319 und die Quelle 320 der Rezirkulationspufferlösung 321 sind fluidisch mit der Rezirkulationsleitung 130 verbunden. Im dargestellten Beispiel sind das dritte Absperrventil 319 und die Quelle 320 jeweils entlang einer Rezirkulationsleitung 331 angeordnet, die mit der Rezirkulationsleitung 130 zwischen dem Rückschlagventil 122 und der Berstscheibe 218 verbunden ist. Wenn die Rezirkulationsleitung 331 so mit der Rezirkulationsleitung 130 verbunden ist, ist das dritte Absperrventil 319 zwischen der Rezirkulationsleitung 130 und der Quelle 320 der Rezirkulationspufferlösung 321 angeordnet. Wie das Absperrventil 317 hat auch das dritte Absperrventil 319 eine offene und eine geschlossene Position. Wenn sich das Absperrventil 319 jedoch in seiner geöffneten Position befindet, ermöglicht das Ventil 319 den Fluidstrom zwischen der Quelle 320 und der Rezirkulationsleitung 130. Wenn sich das Absperrventil 319 in seiner geöffneten Position befindet, lässt das Ventil 319 somit die Rezirkulationspufferlösung 321 von der Quelle 320 zur Rezirkulationsleitung 130 fließen. Umgekehrt verhindert das Ventil 319, wenn sich das Absperrventil 319 in seiner geschlossenen Position befindet, den Fluidstrom zwischen der Quelle 320 und der Rezirkulationsleitung 130.

**[0027]** Das System 300 arbeitet ähnlich wie das System 200 im Normalbetrieb und reagiert auf eine Reduzierung des Förderstroms in der Einlassleitung 102 (und damit des Filters 110). Insbesondere ist während des normalen Betriebs des Systems 300 das Rückschlagventil 122 geschlossen, das erste Absperrventil 216 geöffnet (obwohl es alternativ geschlossen sein kann), das zweite Absperrventil 317 geöffnet und das dritte Absperrventil 319 geschlossen, so dass das Produkt 126 durch die Einlassleitung 102, durch den Filter 110 und aus dem System 200 über die Auslassleitung 112 strömt. Und wenn das Rückschlagventil 122 eine Zulasstromreduzierung in der Einlassleitung 102 erkennt, bewegt sich das Rückschlagventil 122 aus seiner geschlossenen Position in seine geöffnete Position und das erste Absperrventil 216 wird aus seiner geschlossenen Position in seine geöffnete Position bewegt (falls es geschlossen war), wodurch ein Rezirkulationskreislauf im System 300 entsteht, wie vorstehend in Verbindung mit dem System 200 beschrieben.

**[0028]** Sobald jedoch die Reduzierung des Zuflussstroms beendet ist und der volle Zuflussstrom wieder aufgenommen wird, ist das System 300 so konfiguriert, dass es automatisch (d.h. ohne menschliches Zutun) alle in der Rückführungsleitung oder Rezirkulationsleitung 130 eingeschlossenen Flüssigkeiten aus der Rezirkulationsleitung 130 und aus dem System 300 herausströmen lässt. Insbesondere, sobald das Rückschlagventil 122 erkennt, dass der volle Zufluss wieder aufgenommen wurde, bewegt sich das Rückschlagventil 122 aus seiner geöffneten Position in seine geschlossene Position, und das System 200 bewirkt, dass das erste Absperrventil 216 aus seiner geöffneten Position in seine geschlossene Position übergeht, das zweite Absperrventil 317 aus seiner geöffneten Position in seine geschlossene Position übergeht und das dritte Absperrventil 319 aus seiner geschlossenen Position in seine offene Position übergeht. Während die Einlassleitung 102 von der Auslassleitung 112 fluidisch isoliert ist, strömt die Rezirkulationspufferlösung 321 von der Quelle 320 zum und durch das dritte Absperrventil 319, über die Rezirkulationsastleitung 331 und zum und durch das Rückschlagventil 122 über die Rezirkulationsleitung 130. Dabei prüft die Rezirkulationspufferlösung 321 alle Flüssigkeiten, die ansonsten in der Rezirkulationsleitung 130 eingeschlossen wären, wenn das Rückschlagventil 122 erkennt, dass der volle Zufluss wieder aufgenommen wurde. Diese eingeschlossene Flüssigkeit strömt anschliessend durch die Einlassleitung 102 zum und durch den Virenentfernungsfilter 110 und wird über die Auslassleitung 112 aus dem System 300 herausgeführt.

**[0029]** Es ist zu beachten, dass die Komponenten des Systems 100, des Systems 200 und des Systems 300 aus einem oder mehreren verschiedenen Materialien bestehen können. Vorzugsweise haben die Komponenten des Systems 100, des Systems 200 und des Systems 300, z.B. die Einlassleitung 102, die Auslassleitung 112 und die Rezirkulationsleitung 130, jeweils die Form einer Leitung aus einem Einwegmaterial, wie beispielsweise einem Kunststoffmaterial wie gammastabilem Kunststoff (das Gammastrahlung widerstehen kann). In einigen Beispielen können jedoch die Einlassleitung 102, die Auslassleitung 112, die Rezirkulationsleitung 130 und/oder andere Komponenten stattdessen aus einem metallischen Werkstoff (z.B. Edelstahl) bestehen.

**[0030]** Der Fachmann erkennt dabei, dass in Bezug auf die oben beschriebenen Ausführungsformen eine Vielzahl von Modifikationen, Änderungen und Kombinationen vorgenommen werden können, ohne vom Umfang der Offenbarung abzuweichen, und dass solche Modifikationen, Änderungen und Kombinationen als im Bereich des erfinderischen Konzepts liegend anzusehen sind.

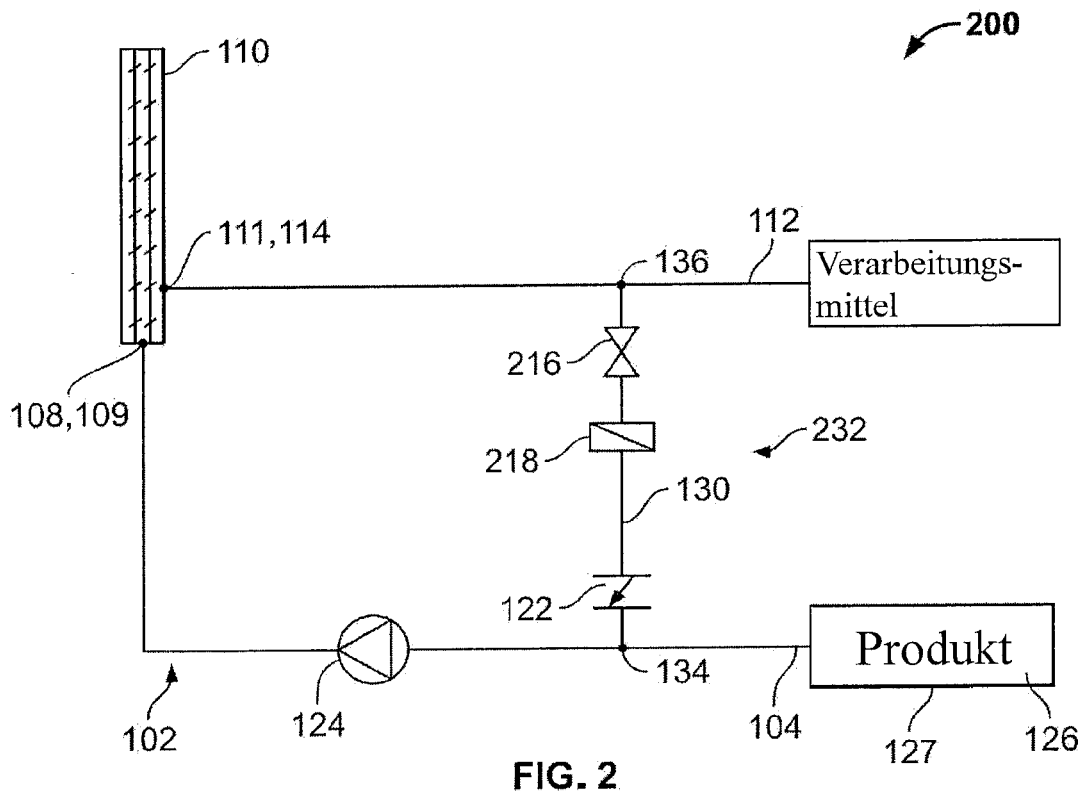
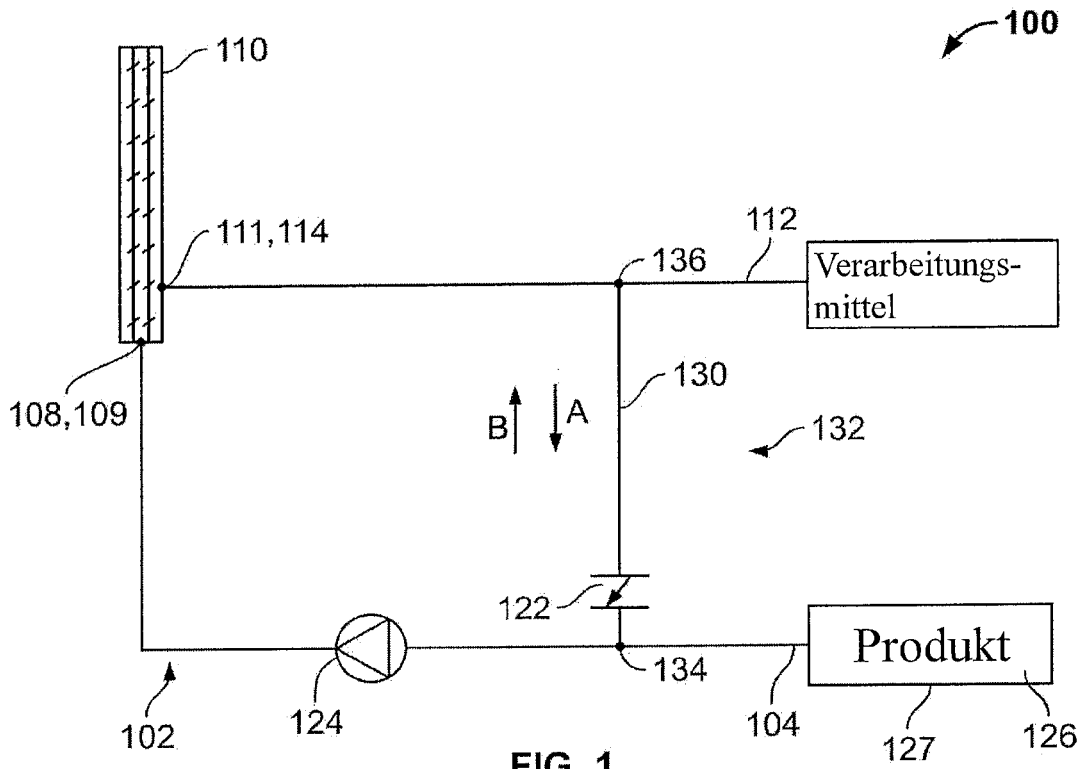
### Patentansprüche

1. Ventilanzordnung zum Reduzieren der Migration eines oder mehrerer Viren durch einen Virenentfernungsfilter, wenn der Zuflussstrom zum Virenentfernungsfilter nach einer Reduzierung des Zuflussstroms wieder aufgenommen wird, wobei die Ventilanzordnung umfasst:
  - eine Einlassleitung mit einer Einlassöffnung und einer Auslassöffnung, wobei die Einlassöffnung geeignet ist, um mit einem Zufluss eines Produkts verbunden zu werden, das durch einen Virenentfernungsfilter geleitet werden soll, der Viren aus dem Produkt filtert, und die Auslassöffnung geeignet ist, mit einem Einlass des Virenentfernungsfilters verbunden zu werden;
  - eine Pumpe, die auf der Einlassleitung zwischen der Einlassöffnung und der Auslassöffnung angeordnet ist, um das Produkt in den Einlass des Filters zu fördern;
  - eine Auslassleitung mit einer Einlassöffnung, die mit einem Auslass des Filters verbunden werden kann, um das gefilterte Produkt aus dem Filter abzusaugen;
  - ein Rezirkulationssystem, das angeordnet ist, um Fluid kontinuierlich durch die Ventilanzordnung zurückzuleiten, wenn der Zuflussstrom von der Einlassöffnung der Einlassleitung zu der Auslassöffnung der Einlassleitung reduziert wird, wobei das Rezirkulationssystem umfasst:
    - eine Rezirkulationsleitung mit einer mit der Einlassleitung verbundenen Einlassöffnung und einer mit der Auslassleitung verbundenen Auslassöffnung; und
    - ein Rückschlagventil, das entlang der Rezirkulationsleitung zwischen der Eingangsöffnung der Rezirkulationsleitung und der Ausgangsöffnung der Rezirkulationsleitung angeordnet ist, wobei das Rückschlagventil konfiguriert ist, um zu erfassen, dass der Zulaufstrom reduziert wurde;wobei, wenn das Rückschlagventil erkennt, dass der Zulauf reduziert wurde, sich das Rückschlagventil von einer geschlossenen Position, in der das Rückschlagventil den Fluidstrom zwischen den Einlass- und Auslassöffnungen der Rezirkulationsleitung verhindert, in eine offene Position bewegt, in der das Rückschlagventil den Fluidstrom von der Auslassöffnung der Rezirkulationsleitung zu der Einlassöffnung der Rezirkulationsleitung ermöglicht, wodurch ein Rezirkulationskreislauf erzeugt wird, der die Einlassleitung durch den Filter, den Filter zur Auslassleitung, die Auslassleitung zur Rezirkulationsleitung und die Rezirkulationsleitung zur Einlassleitung umfasst, so dass das Produkt während der Reduzierung des Zulaufs kontinuierlich durch den Filter zurückgeführt wird.
2. Ventilanzordnung nach Anspruch 1, bei der, wenn das Rückschlagventil erkennt, dass die Förderstromreduzierung aufgehört hat, das Rückschlagventil von der geöffneten Position in die geschlossene Position übergeht und dadurch den Rezirkulationskreislauf schliesst.
3. Ventilanzordnung nach Anspruch 1, wobei das Rezirkulationssystem ferner ein erstes Absperrventil umfasst, das entlang der Rezirkulationsleitung angeordnet ist, wobei das Absperrventil eine offene Position aufweist, in der das erste Absperrventil einen Fluidstrom zwischen den Einlass- und Auslassöffnungen der Rezirkulationsleitung ermöglicht, und eine geschlossene Position, in der das erste Absperrventil einen Fluidstrom zwischen den Einlass- und Auslassöffnungen der Rezirkulationsleitung verhindert.
4. Ventilanzordnung nach Anspruch 3, bei der, wenn das Rückschlagventil feststellt, dass der Förderstrom reduziert wurde, das erste Absperrventil von der geschlossenen Position in die geöffnete Position übergeht.
5. Ventilanzordnung nach Anspruch 3, bei der das Rezirkulationssystem ferner eine Berstscheibe umfasst, die entlang der Rezirkulationsleitung zwischen der Auslassöffnung der Rezirkulationsleitung und dem ersten Absperrventil angeordnet ist, und bei der, wenn sich das erste Absperrventil in der geöffneten Position und das Rückschlagventil in der geöffneten Position befindet, die Pumpe das Bersten der Berstscheibe bewirkt.
6. Ventilanzordnung nach Anspruch 5, bei der das Rezirkulationssystem ferner eine Zufuhr von einer Rezirkulationspufferlösung umfasst, die fluidisch mit der Rezirkulationsleitung zwischen dem Rückschlagventil und dem ersten Absperrventil verbunden ist.

7. Ventilanordnung nach Anspruch 6, bei der das Rezirkulationssystem ferner ein zweites Absperrventil umfasst, das entlang der Einlassleitung zwischen der Pumpe und dem Zufluss des Produkts angeordnet ist, um den Zufluss des Produkts mit der Pumpe selektiv fluidisch zu verbinden.
8. Ventilanordnung nach Anspruch 7, wobei das Rezirkulationssystem ferner ein drittes Absperrventil umfasst, das zwischen dem Rückschlagventil und der Zufuhr von Rezirkulationspufferlösung angeordnet ist, um den Zufluss von Rezirkulationspufferlösung selektiv fluidisch mit der Rezirkulationsleitung zu verbinden.
9. Ventilanordnung nach Anspruch 1, wobei die Einlassleitung, die Auslassleitung, die Pumpe, die Rezirkulationsleitung und das Rückschlagventil jeweils aus einem Einwegmaterial hergestellt sind.
10. Ventilanordnung nach Anspruch 9, bei der das Einwegmaterial ein gammastabiles Kunststoffmaterial umfasst.
11. Ventilanordnung zum Reduzieren der Migration eines oder mehrerer Viren durch einen Virenentfernungsfilter, wenn der Zuflussstrom zum Virenentfernungsfilter nach einer Reduzierung des Zuflussstroms wieder aufgenommen wird, wobei die Ventilanordnung umfasst:
  - eine Einlassleitung mit einer Einlassöffnung und einer Auslassöffnung, wobei die Einlassöffnung geeignet ist, um mit einem Zufluss eines Produkts verbunden zu werden, das durch einen Virenentfernungsfilter geleitet werden soll, der Viren aus dem Produkt filtert, und die Auslassöffnung geeignet ist, mit einem Einlass des Virenentfernungsfilters verbunden zu werden;
  - eine Pumpe, die auf der Einlassleitung zwischen der Einlassöffnung und der Auslassöffnung angeordnet ist, um das Produkt in den Einlass des Filters zu fördern;
  - eine Auslassleitung mit einer Einlassöffnung, die mit einem Auslass des Filters verbunden werden kann, um das gefilterte Produkt aus dem Filter abzusaugen;
  - ein Rezirkulationssystem, das angeordnet ist, um Fluid kontinuierlich durch die Ventilanordnung zurückzuleiten, wenn der Zuflussstrom von der Einlassöffnung der Einlassleitung zu der Auslassöffnung der Einlassleitung reduziert wird, wobei das Rezirkulationssystem umfasst:
    - eine Rezirkulationsleitung mit einer mit der Einlassleitung verbundenen Einlassöffnung und einer mit der Auslassleitung verbundenen Auslassöffnung; und
    - ein Rückschlagventil, das entlang der Rezirkulationsleitung zwischen der Eingangsöffnung der Rezirkulationsleitung und der Ausgangsöffnung der Rezirkulationsleitung angeordnet ist, wobei das Rückschlagventil konfiguriert ist, um zu erfassen, dass der Zuflussstrom reduziert wurde;
  - wobei, wenn das Rückschlagventil erkennt, dass der Zulauf reduziert wurde, sich das Rückschlagventil von einer geschlossenen Position, in der das Rückschlagventil den Fluidstrom zwischen den Einlass- und Auslassöffnungen der Rezirkulationsleitung verhindert, in eine offene Position bewegt, in der das Rückschlagventil den Fluidstrom von der Auslassöffnung der Rezirkulationsleitung zu der Einlassöffnung der Rezirkulationsleitung ermöglicht, wodurch ein Rezirkulationskreislauf erzeugt wird, der die Einlassleitung durch den Filter, den Filter zur Auslassleitung, die Auslassleitung zur Rezirkulationsleitung und die Rezirkulationsleitung zur Einlassleitung umfasst, so dass das Produkt während der Reduzierung des Zuflusses kontinuierlich durch den Filter zurückgeführt wird,
  - wobei, wenn das Rückschlagventil erkennt, dass die Förderstromreduzierung aufgehört hat, sich das Rückschlagventil von der geöffneten Position in die geschlossene Position bewegt und dadurch den Rezirkulationskreislauf schliesst, und
  - wobei die Einlassleitung, die Auslassleitung, die Pumpe, die Rezirkulationsleitung und das Rückschlagventil jeweils aus einem Einwegmaterial hergestellt sind.
12. Ventilanordnung nach Anspruch 11, wobei das Rezirkulationssystem ferner ein erstes Absperrventil umfasst, das entlang der Rezirkulationsleitung angeordnet ist, wobei das Absperrventil eine offene Position aufweist, in der das erste Absperrventil einen Fluidstrom zwischen den Einlass- und Auslassöffnungen der Rezirkulationsleitung ermöglicht, und eine geschlossene Position, in der das erste Absperrventil einen Fluidstrom zwischen den Einlass- und Auslassöffnungen der Rezirkulationsleitung verhindert.
13. Ventilanordnung nach Anspruch 12, bei der, wenn das Rückschlagventil feststellt, dass der Zuflussstrom reduziert wurde, das erste Absperrventil aus der geschlossenen Position in die geöffnete Position übergeht.
14. Ventilanordnung nach Anspruch 12, bei der das Rezirkulationssystem ferner eine Berstscheibe umfasst, die entlang der Rezirkulationsleitung zwischen der Auslassöffnung der Rezirkulationsleitung und dem ersten Absperrventil angeordnet ist, und worin, wenn sich das erste Absperrventil in der geöffneten Position und das Rückschlagventil in der geöffneten Position befindet, die Pumpe das Bersten der Berstscheibe bewirkt.
15. Ventilanordnung nach Anspruch 14, bei der das Rezirkulationssystem ferner eine Zufuhr von Rezirkulationspufferlösung umfasst, die fluidisch mit der Rezirkulationsleitung zwischen dem Rückschlagventil und dem ersten Absperrventil verbunden ist.
16. Ventilanordnung nach Anspruch 15, bei der das Rezirkulationssystem ferner umfasst:
  - ein zweites Absperrventil, das entlang der Einlassleitung zwischen der Pumpe und dem Zufluss des Produkts angeordnet ist, um den Zufluss des Produkts selektiv fluidisch mit der Pumpe zu verbinden; und

ein drittes Absperrventil, das zwischen dem Rückschlagventil und der Zufuhr von Rezirkulationspufferlösung angeordnet ist, um die Zufuhr von Rezirkulationspufferlösung selektiv fluidisch mit der Rezirkulationsleitung zu verbinden.

17. Verfahren zum Reduzieren der Migration eines oder mehrerer Viren durch einen Virenentfernungsfilter, wenn der Zuflussstrom zum Virenentfernungsfilter nach einer Reduzierung des Zuflussstroms wieder aufgenommen wird, wobei das Verfahren umfasst:  
Bereitstellen einer Einlassleitung mit einer Einlassöffnung und einer Auslassöffnung; Bereitstellen einer Auslassleitung mit einer Einlassöffnung;  
Verbinden der Einlassöffnung mit einer Zufuhr eines Produkts, das durch den Virenentfernungsfilter zu leiten ist, Verbinden der Auslassöffnung mit einem Einlass eines Virenentfernungsfilters, der Viren aus dem Produkt filtert, und Verbinden der Einlassöffnung der Auslassleitung mit einem Auslass des Filters, um das gefilterte Produkt aus dem Filter zu entfernen;  
Bereitstellen eines Rezirkulationssystems, das eine Rezirkulationsleitung und ein entlang der Rezirkulationsleitung angeordnetes Rückschlagventil umfasst, wobei die Rezirkulationsleitung eine Einlassöffnung und eine Auslassöffnung aufweist;  
Verbinden der Eingangsöffnung der Rezirkulationsleitung mit der Eingangsleitung und der Ausgangsöffnung der Rezirkulationsleitung mit der Ausgangsleitung;  
Vereinfachen des Förderstroms des Produkts vom Zufluss des Produkts zur Auslassöffnung der Einlassleitung über eine Pumpe, die an der Einlassleitung zwischen der Einlassöffnung und der Auslassöffnung der Einlassleitung angeordnet ist;  
Erfassen einer Reduzierung des Zuflussstroms über das Rückschlagventil; und  
Erzeugen eines Rezirkulationskreislaufs, als Reaktion auf das Erfassen der Reduktion, welcher Rezirkulationskreislauf durch die Einlassleitung durch den Filter, den Filter zur Auslassleitung, die Auslassleitung zur Rezirkulationsleitung und die Rezirkulationsleitung zur Einlassleitung gebildet wird, so dass das Produkt während der Reduzierung des Zulaufs kontinuierlich durch den Filter zurückgeführt wird.
18. Verfahren nach Anspruch 17, wobei das Erzeugen des Rezirkulationskreislaufs das Bewegen des Rückschlagventils aus einer geschlossenen Position, in der das Rückschlagventil den Fluidstrom zwischen den Einlass- und Auslassöffnungen der Rezirkulationsleitung verhindert, in eine offene Position umfasst, in der das Rückschlagventil den Fluidstrom von der Auslassöffnung der Rezirkulationsleitung zur Einlassöffnung der Rezirkulationsleitung ermöglicht.
19. Verfahren nach Anspruch 17, wobei das Bereitstellen des Rezirkulationssystems ferner das Bereitstellen eines ersten Absperrventils umfasst, das entlang der Rezirkulationsleitung angeordnet ist, wobei das Absperrventil eine offene Position aufweist, in der das erste Absperrventil einen Fluidstrom zwischen den Einlass- und Auslassöffnungen der Rezirkulationsleitung zulässt, und eine geschlossene Position, in der das erste Absperrventil einen Fluidstrom zwischen den Einlass- und Auslassöffnungen der Rezirkulationsleitung verhindert.
20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei als Reaktion auf das Erfassen der Reduktion das erste Absperrventil aus der geschlossenen Position in die geöffnete Position bewegt wird.
21. Verfahren nach Anspruch 19, wobei das Bereitstellen des Rezirkulationssystems ferner das Bereitstellen einer Berstscheibe umfasst, die entlang der Rezirkulationsleitung zwischen der Austrittsöffnung der Rezirkulationsleitung und dem ersten Absperrventil angeordnet ist.
22. Verfahren nach Anspruch 19, wobei das Bereitstellen des Rezirkulationssystems ferner das Bereitstellen einer Zufuhr von Rezirkulationspufferlösung umfasst, die fluidisch mit der Rezirkulationsleitung zwischen dem Rückschlagventil und dem ersten Absperrventil verbunden ist.
23. Verfahren nach Anspruch 19, wobei das Bereitstellen des Rezirkulationssystems ferner umfasst:  
Bereitstellen eines zweiten Absperrventils, das entlang der Einlassleitung zwischen der Pumpe und der Zufuhr des Produkts angeordnet ist, um die Zufuhr des Produkts selektiv fluidisch mit der Pumpe zu verbinden; und  
Bereitstellen eines dritten Absperrventils, das zwischen dem Rückschlagventil und der Zufuhr von Rezirkulationspufferlösung angeordnet ist, um die Zufuhr von Rezirkulationspufferlösung selektiv fluidisch mit der Rezirkulationsleitung zu verbinden.



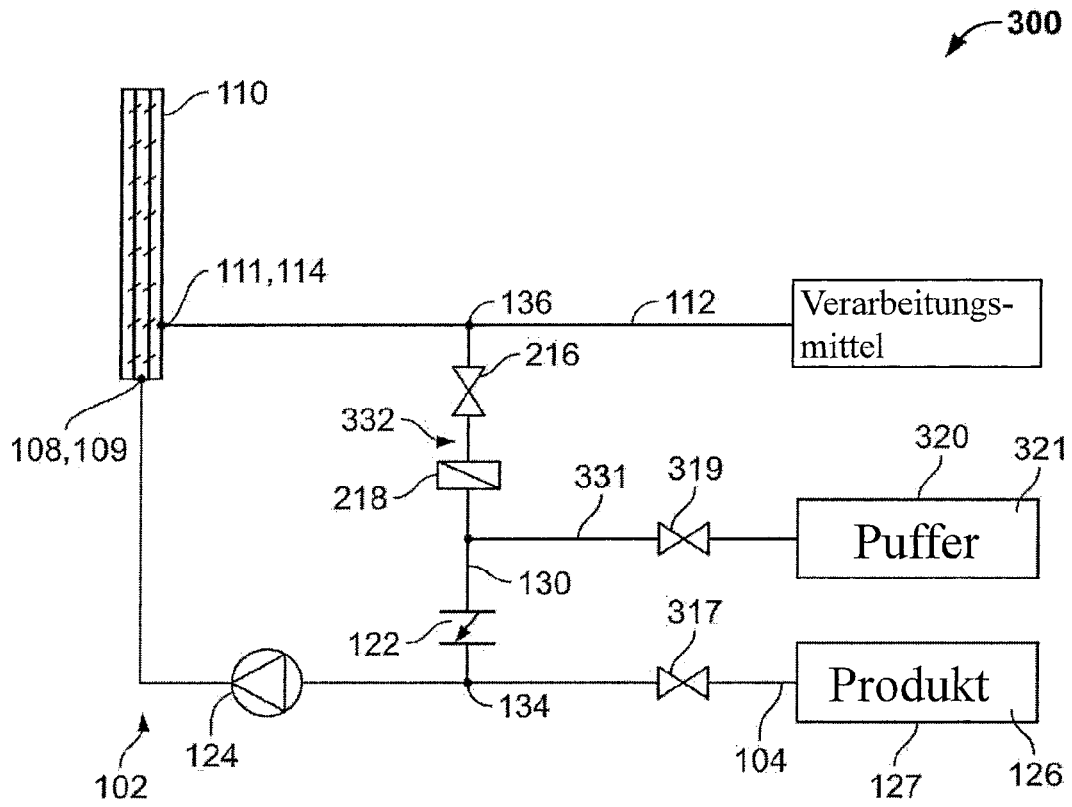


FIG. 3