



CH 682637 A5



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 682637 A5

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>: B 01 D 61/32  
A 23 L 2/38  
C 12 H 1/16

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 568/91

㉔ Anmeldungsdatum: 26.02.1991

㉔ Patent erteilt: 29.10.1993

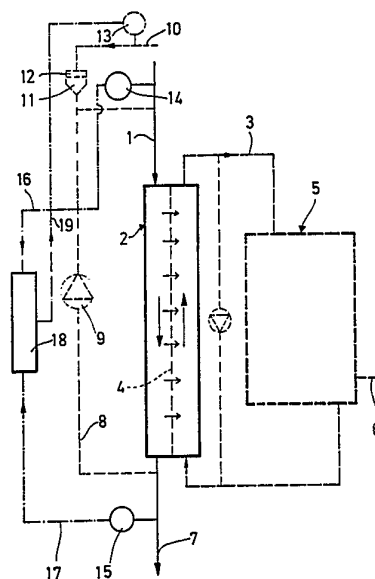
㉔ Patentschrift  
veröffentlicht: 29.10.1993

㉔ Inhaber:  
Bucher-Guyer AG Maschinenfabrik,  
Niederweningen

㉔ Erfinder:  
Gresch, Walter, Niederweningen

⑤④ **Verfahren zur Qualitätsoptimierung beim Entfernen von Zucker aus Getränken und Anlage zur Durchführung des Verfahrens.**

⑤⑦ Bei einem Verfahren zum Entfernen von z.B. Zucker aus Getränken mittels Membrantrennverfahren werden die Durchflussmengen vorzugsweise vor und nach der Membrananlage (2) gemessen. Der Differenzwert der festgestellten Durchflussmengen wird in einem Qualitäts-Optimalisator (18) ermittelt und mit einem für die Qualität des Produkts optimalen Wert ( $X_{opt}$ ) verglichen. Die gegebenenfalls erhaltene Abweichung wird als Führungsgrösse zur Steuerung oder Regelung des Druckes im Retentatkreislauf (8) der Membrananlage (2) verwendet. Durch die erfindungsgemässe, ständige Anpassung des Membrandruckes kann die nachteilige Rückdiffusion von Wasser von der Permeatseite zur Retentatseite der Membrananlage (2) optimal kompensiert und damit die Qualität des Produkts verbessert werden.



CH 682637 A5

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Qualitäts-optimierung beim Entfernen von nichtflüchtigen Stoffen wie Zucker und/oder Säure und/oder Fehlgeschmack verursachenden Stoffen auch nichtalkoholischen oder alkoholischen Getränken oder zuckerhaltigen Lösungen mittels Membrantrennverfahren.

Durch die WO89/10 703 ist ein Verfahren zur Entzuckerung von alkoholfreien Getränken bekannt. Dabei erfolgt die Abtrennung des Zuckers aus dem Rohsaft mit Hilfe bekannter Membrantrennverfahren wie Umkehrosmose oder Dialyse. Die im Retentatkreislauf der Membrananlage enthaltene und zu entfernende Übergangskomponente, z.B. Zucker, diffundiert im Falle von Dialyse durch die Membrane hindurch in den Permeatkreislauf der Membrananlage. Das Raffinat, z.B. entzuckerter Fruchtsaft, wird aus dem Retentatkreislauf der Membrananlage abgeführt.

Je nach Art der verwendeten Membrananlage für die Abtrennung der Übergangskomponenten, z.B. Zucker, ist es bei diesem bekannten Verfahren möglich, dass die Übergangskomponente, die aus der Ausgangsflüssigkeit zu entfernen ist, praktisch ohne Mittransport des Lösungsmittels, z.B. Wasser bei Fruchtsäften, von der Retentatseite auf die Permeatseite der Membrane übergeht. Andererseits können auch je nach Betriebszustand Komponenten, insbesondere Wasser wegen der höheren Konzentration auf der Permeatseite, von der Permeatseite auf die Retentatseite hinüberdiffundieren. Aufgrund dessen ist eine Verdünnung des Retentates möglich, was zu einer nur scheinbaren Reduktion des zu entfernenden Stoffes im Retentat und dadurch zur Qualitätsminderung des Produktes führt. Die im Retentat zurückhaltenden Stoffe werden nämlich dadurch ebenfalls mitverdünnt. Dies gilt besonders für Dialyse-Anlagen. Betreibt man die Dialyse-Anlage aber mit einem leichten, entsprechenden Druck auf der Retentatseite, so ist es möglich, die Rückdiffusionsströmung von Wasser durch eine druckgetriebene Strömung von Wasser von der Retentatseite zur Permeatseite zu kompensieren. Ohne entsprechende, ständige Betriebsanalysen, die sehr aufwendig sind, ist es aber schwierig, die erwähnte Verdünnungswirkung durch die druckgetriebene Strömung ständig so zu kompensieren, dass eine optimale Endprodukt-Qualität von Betriebsbeginn bis Betriebsende aufrechterhalten wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die genannten Nachteile zu vermeiden und die Qualität des Endproduktes zu verbessern.

Gemäss der Erfindung wird dies dadurch erreicht, dass der Membrandruck der Membrananlage zur Durchführung des Membrantrennverfahrens in Abhängigkeit von der Diffusion bzw. Rückdiffusion des Transportmittels für den zu entfernenden Stoff steuer- oder regelbar ist.

Ein wesentliches Merkmal der Erfindung besteht darin, dass die Durchflussmengen, vorzugsweise vor und nach der Membrananlage, erfasst werden, der Differenzwert der Durchflussmengen mit einem für die Qualität des Produktes optimalen Wert ver-

glichen und die gegebenenfalls erhaltene Abweichung als Führungsgrösse zur Steuerung oder Regelung des Druckes im Retentatkreislauf der Membrananlage verwendet wird.

5 Vorzugsweise werden die Durchflussmengen vor und nach der Membrananlage erfasst.

Die Durchflussmengen können aber auch auf der Permeatseite der Membrananlage im Bereich der Zufuhr eines Waschsaftes und der Wegführung von mit nichtflüchtigen Stoffen angereicherter Flüssigkeit erfasst werden.

10 Eine optimale Qualität des Produkts wird erreicht, wenn der Differenzwert der Durchflussmengen bei ca.  $0 \pm 25\%$  liegt.

15 Zur Erfassung der Durchflussmengen ist in der Zuführleitung zur Membrananlage in einer auf der Permeatseite angeordneten Zuführleitung für Waschsaft, und in der Abflussleitung des Retentatkreislaufes oder in der auf der Permeatseite angeordneten Leitung zur Wegführung von mit nichtflüchtigen Stoffen angereicherter Flüssigkeit jeweils ein Durchflussmessgerät angeordnet, die über Messleitungen mit einem bspw. aus einem Regel-

20 gerät bestehenden Qualitäts-Optimalisator zur Steuerung bzw. Regelung des Druckes im Retentatkreislauf verbunden sind.

25 Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung wird der Membrandruck bzw. Retentat-Druck durch Veränderung des Systemdruckes angepasst.

30 Zur Erzeugung und Veränderung des Retentat-Druckes ist der Retentatkreislauf der Membrananlage über ein Druckgefäss und ein Gaspolster mit einer Druckgestaltung und einem Druckregler verbunden.

35 Vorzugsweise erfolgt die Regelung des Retentat-Druckes automatisch dadurch, dass der vorzugsweise als Regler ausgeführte Qualitäts-Optimalisator über eine Steuerleitung mit dem Druckregler verbunden ist.

40 Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen darin, dass die Rückdiffusion des Wassers von der Permeatseite zur Retentatseite der Membrananlage ständig überwacht und durch Druckänderung im Retentatkreislauf kompensiert wird. Mit Hilfe von einfachen, physikalischen Bestimmungen und Messungen ist es möglich, die Membrananlage automatisch zu regeln und damit das Produkt von Betriebsbeginn bis Betriebsende auf einem gleichbleibenden hohen Qualitätsniveau zu halten.

45 50 Die Erfindung ist in der folgenden Beschreibung und der schematischen Zeichnung, die ein Ausführungsbeispiel einer Anlage zur Durchführung des Verfahrens darstellt, näher erläutert. Es zeigen

55 Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Anlage zur Durchführung des Verfahrens mit retentatseitiger Durchflussmessung und

Fig. 2 die Anlage nach Fig. 1 mit permeatseitiger Durchflussmessung.

60 65 Die Ausgangsflüssigkeit bzw. der Rohsaft, dem der Zucker entzogen werden soll, wird über eine Leitung 1 einer Membrananlage 2 zugeführt. Die Membrananlage 2 besteht aus einer kombinierten Dialyse-Anlage, bei der das Permeat im Gegen-

strom zum Retentat fließt. Die Anlage ist mit einem Modul ausgerüstet, der einen Permeatkreislauf 3 im Gegenstrom zum Retentatstrom ermöglicht. Es ist jedoch auch die Verwendung einer Ultrafiltrationsanlage mit dem analogen Modul als Spezialmodul möglich. Der bevorzugte Trennbereich der Membrantrennanlage 2 liegt im Grenzbereich von niedermolekular und makromolekular, also im Grenzbereich zwischen Umkehrosmose und Ultrafiltration, deren maximale Trenngrenze 5000 Dalton beträgt. In diesem Bereich werden Farbstoffe noch zurückgehalten, während die Übergangskomponenten, z.B. Zucker, durch die Membran 4 hindurchtreten und in den Permeatkreislauf 3 gelangen. Ferner passieren makromolekulare Stoffe, z.B. Extraktstoffe, Polyphenole etc. die Membran 4 der Membrananlage 2 in stark verringertem Masse. Daneben lassen sich aber auch z.B. Dialyse-Anlagen mit üblicher Trenngrenze von ca. 10 000 Dalton einsetzen.

Im Permeatkreislauf 3 ist eine Einrichtung 5 zur selektiven Stoffentfernung angeordnet. Über eine Leitung 6 werden die zu entfernenden Stoffe, z.B. Zucker, als Extrakt abgeführt, z.B. in Form einer mit Zucker angereicherten Lösung, abgeführt. Das von dem unerwünschten Stoff befreite Getränk verlässt als Retentat bzw. Raffinat, z.B. zuckerreduzierter Fruchtsaft, über eine Leitung 7 die Membrananlage 2. Das Permeat wird nach der Stoffentfernung in der Einrichtung 5 zumindest teilweise wieder in den Prozess zurückgeführt.

Im Retentatkreislauf 8 der Membrananlage 2 ist zur Retentat-Umwälzung eine Pumpe 9 angeordnet. Über eine Druckgasleitung 10 und ein Druckgefäß 11, das ein Gaspolster 12 enthält, wird ein Druckgas, z.B. Stickstoff, CO<sub>2</sub> oder Luft, in den Retentatkreislauf 8 eingeleitet. Der dadurch entstehende leichte Druck auf der Retentatseite bewirkt eine Permeation von Flüssigkeit von der Retentatseite auf die Permeatseite der Membrane, durch welche die für die Produktqualität nachteilige Rückdiffusion der Flüssigkeit (Wasser) von der Permeatseite auf die Retentatseite kompensiert wird. Der Druckgasleitung 10 ist ein Druckregler 13 zugeordnet, durch den der Druck im Retentatkreislauf 8 geregelt werden kann.

Für eine optimale Qualität des Endprodukts ist es wichtig, dass der Druck im Retentatkreislauf 8 wegen der möglichen Rückdiffusion des Wassers ständig überwacht und auf einen optimalen Wert eingestellt wird. Hierzu ist in der Zuführleitung 1 ein Durchflussmessgerät 14 angeordnet, das die Durchflussmenge  $F$  vor der Membrananlage 2 erfasst. Zur Bestimmung der Durchflussmenge  $F$  nach der Membrananlage 2 ist ein weiteres Durchflussmessgerät 15 in der Leitung 7 vorgesehen.

Die von den Durchflussmessgeräten 14 und 15 erhaltenen Durchflusswerte werden über Messleitungen 16 und 17 einem Qualitäts-Optimalisator 18 zugeführt, der bspw. aus einem Regelgerät bestehen kann. Im Qualitäts-Optimalisator 18 wird die Differenz  $F_1 - F_2$  oder  $F_2 - F_1$  der Durchflussmengen  $F_1$  und  $F_2$  ermittelt und mit einem für die Qualität des Endproduktes optimalen Wert verglichen. Dieser Optimalwert  $X_{opt}$  liegt normalerweise in der Ge-

gend von Null, d.h., die Durchflussmenge  $F_1$  vor der Membrananlage sollte etwa gleich der Durchflussmenge  $F_2$  nach der Membrananlage sein. Bei diesem Betriebspunkt besteht volumetrisch ungefähr ein Gleichgewicht zwischen den Komponenten, die vom Retentat zum Permeat wandern und den Komponenten, die vom Permeat zum Retentat wandern. Soweit es sich um reine Diffusion handelt, entstehen praktisch keine eigentlichen Volumenströme, sondern lediglich Veränderungen im spezifischen Gewicht. Bei der druckgetriebenen Strömung werden neben Wasser auch noch andere Komponenten permeieren. Aus diesem Grund und auch aus anderen Gründen liegt der für die optimale Qualität des Produkts erforderliche Optimalwert  $X_{opt}$  der Durchflussmengendifferenz in der Praxis leicht über oder unter dem Wert Null. In den meisten Fällen liegt der optimale Wert für die Durchflussmengendifferenz bei ca.  $X_{opt} = 0 \pm 25\%$ .

Der im vorzugsweise reglergesteuerten Qualitäts-Optimalisator 18 durchgeführte Vergleich zwischen der tatsächlichen Durchflussmengendifferenz und dem vorgegebenen Optimalwert dient als Signal zur Bestimmung des Retentat-Druckes. Ist z.B. der Optimalwert  $X_{opt} = 0$  und die tatsächlich gemessene Durchflussmenge  $F_1 = F_2$ , so wird am Retentat-Druck keine Veränderung vorgenommen. Ist dagegen  $F_2 > F_1$ , dann deutet dies auf eine Rückdiffusion von Wasser von der Permeatseite auf die Retentatseite hin. Als Ausgleich hierfür muss dann durch Erhöhung des Retentat-Druckes die druckgetriebene Strömung vom Retentat ins Permeat vergrößert werden.

Die Anpassung des Membrandruckes bzw. des Druckes im Retentatkreislauf 8 wird vorzugsweise durch Veränderung des Systemdrucks vorgenommen. Dadurch wird eine hydraulische Veränderung der Strömung und eine entsprechende ungleichmässige Druckveränderung im Modul vermieden, die auch Veränderungen am Stoffaustausch mit sich ziehen würde und zu qualitativen Veränderungen führt. Im Ausführungsbeispiel wird die Veränderung des Systemdruckes durch Druckänderungen im Gaspolster 12 des Druckgefäßes 11 realisiert.

Vorzugsweise erfolgt die Qualitäts-Optimierung gemäss der Erfindung automatisch während des gesamten Prozessablaufes. Der im Qualitäts-Optimalisator 18 durchgeführte Vergleich zwischen  $|F_1 - F_2|$  und  $X_{opt}$  wird zu einem Regelsignal verarbeitet, das über eine Steuerleitung 19 auf den Druckregler 13 einwirkt und als Führungsgrösse dient. Dadurch wird der über die Druckgasleitung 10 auf das Gaspolster 12 des Druckgefäßes 11 und damit auf den Retentatstrom ausgeübte Druck automatisch auf den vorgegebenen, optimalen Wert einreguliert.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel zur Erfassung der Durchflussmengen ist in Fig. 2 dargestellt. Anstelle der Durchflussmengenerfassung im Bereich der Zuführleitung 1 und der Abflussleitung 7 werden die Durchflüsse auf der Permeatseite der Membrananlage 2 bspw. im Bereich einer Zuführleitung 20, durch die eine Zufuhr von Waschsaff erfolgt, und im Bereich der Wegführung von mit nichtflüchtigen Stoffen angereicherter Flüssigkeit erfasst. Hierfür sind entsprechende Durchflussmessgeräte 21 bzw.

22 in der Zuführleitung 20 bzw. in der Leitung 6 angeordnet. Von den Durchflussmessgeräten 21 und 22 führen Messleitungen 23 und 24 zum Qualitäts-Optimalisator 18.

Zur Bestimmung der Durchflussmengen kann bspw. anstelle der Durchflussmessung auch die Pumpeneinstellung herbeigezogen werden, z.B. bei Verwendung einer Dosierpumpe als Zufuhrpumpe.

Bei mehrstufigen Membrananlagen ist die Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens sowohl einzeln für jede Stufe als auch gesamthaft über alle Stufen in vorteilhafter Weise möglich.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Qualitätsoptimierung beim Entfernen von nichtflüchtigen Stoffen, insbesondere von Zucker und/oder Säure und/oder Fehlgeschmack verursachenden Stoffen aus nichtalkoholischen oder alkoholischen Getränken oder zuckerhaltigen Lösungen mittels Membrantrennverfahren, dadurch gekennzeichnet, dass der Membrandruck der Membrananlage (2) zur Durchführung des Membrantrennverfahrens in Abhängigkeit von der Diffusion bzw. Rückdiffusion des Transportmittels für den zu entfernenden Stoff steuer- bzw. regelbar ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei Durchflussmengen innerhalb des Gesamt-Systems erfasst werden, der Differenzwert der Durchflussmengen mit einem für die Qualität des Produktes optimalen Wert verglichen und die gegebenenfalls erhaltene Abweichung als Führungsgrösse zur Steuerung oder Regelung des Druckes im Retentatkreislauf (8) der Membrananlage (2) verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchflussmengen vorzugsweise vor und nach der Membrananlage (2) erfasst werden.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchflussmengen auf der Permeatseite der Membrananlage (2) im Bereich der Zufuhr eines Waschsaftes und der Wegführung von mit nichtflüchtigen Stoffen angereicherter Flüssigkeit erfasst werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Differenzwert der Durchflussmengen bei  $0 \pm 25\%$  liegt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass in der Zuführleitung (1) zur Membrananlage (2) oder in einer auf der Permeatseite angeordneten Zuführleitung (20) für Waschsaft, und in der Abflussleitung (7) des Retentatkreislaufes (8) oder in der auf der Permeatseite angeordneten Leitung (6) zur Wegführung von mit nichtflüchtigen Stoffen angereicherter Flüssigkeit jeweils ein Durchflussmessgerät (14, 15) bzw. (21, 22) angeordnet ist, die über Messleitungen (16, 17) bzw. (23, 24) mit einem bspw. aus einem Regelgerät bestehenden Qualitäts-Optimalisator (18) zur Steuerung bzw. Regelung des Druckes im Retentatkreislauf (8) verbunden sind.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Membrandruck

bzw. der Retentat-Druck durch Veränderung des Systemdruckes angepasst wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Retentatkreislauf (8) der Membrananlage (2) über ein Druckgefäss (11) und ein Gaspolster (12) mit einer Druckgasleitung (10) und einem Druckregler (13) verbunden ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zur automatischen Regelung des Retentat-Druckes der Qualitäts-Optimalisator (18) über eine Steuerleitung (19) mit dem Druckregler (13) verbunden ist.

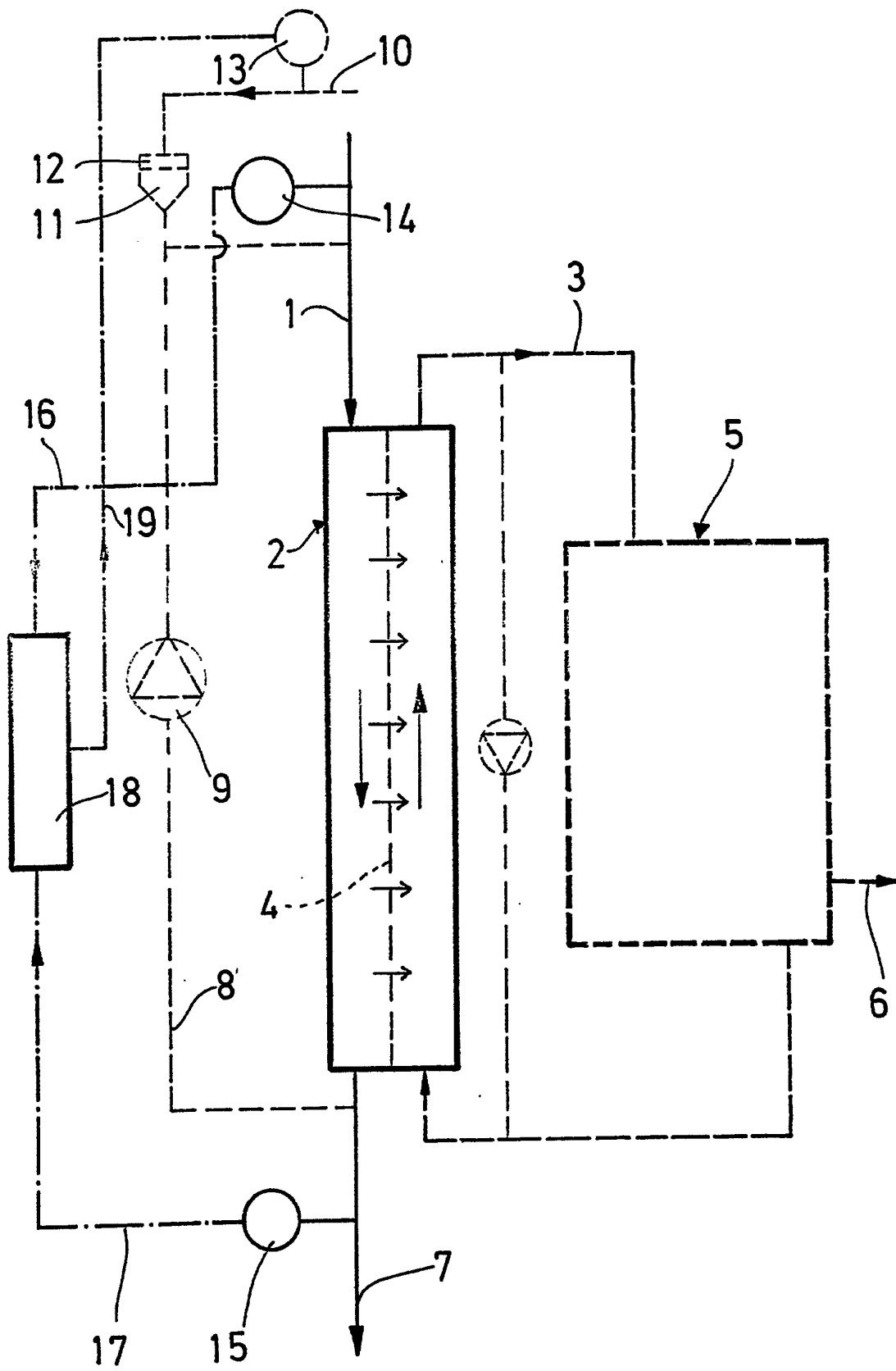


Fig. 1

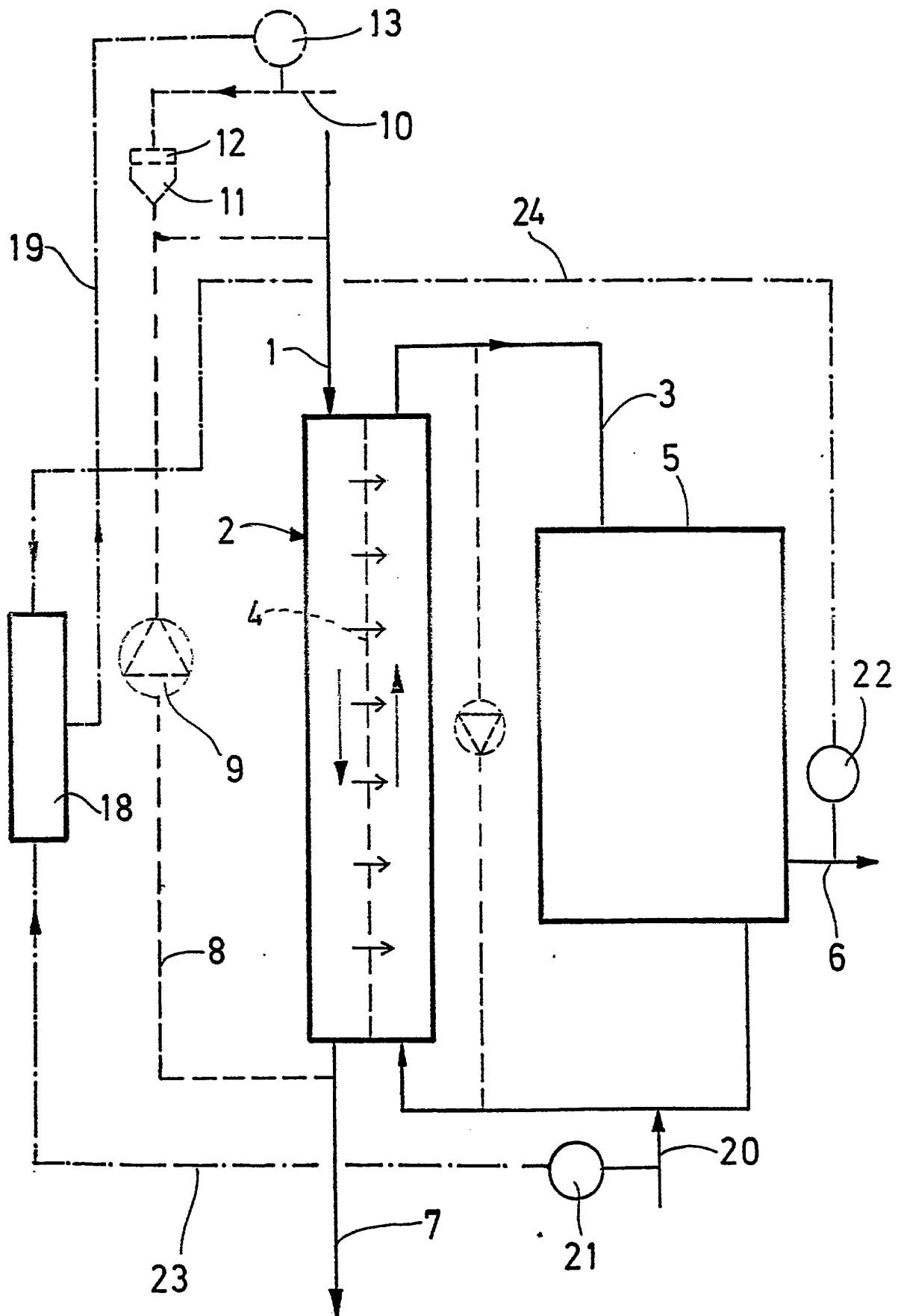


Fig. 2