

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
5. Januar 2017 (05.01.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/001513 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B01D 61/00 (2006.01) **B01D 61/36** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/065195
- (22) Internationales Anmeldedatum:
29. Juni 2016 (29.06.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
15174857.1 1. Juli 2015 (01.07.2015) EP
- (71) Anmelder: **COVESTRO DEUTSCHLAND AG**
[DE/DE]; Kaiser-Wilhelm-Allee 60, 51373 Leverkusen
(DE).
- (72) Erfinder: **BULAN, Andreas**; Alt Langenfeld 15, 40764
Langenfeld (DE). **SCHIESSER, Yuliya**; Katharinenstraße
44, 53721 Siegburg (DE). **WEBER, Rainer**; Forststr. 15a,
51519 Odenthal (DE).
- (74) Anwalt: **LEVPAT**; Covestro AG Alfred-Nobel-Str. 10,
40789 Monheim am Rhein (DE).

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

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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: OSMOTIC DISTILLATION PROCESS FOR CONCENTRATING A LIQUID CONTAINING SODIUM CHLORIDE

(54) Bezeichnung : OSMOTISCHES DESTILLATIONSVERFAHREN ZUM KONZENTRIEREN EINER
KOCHSALZHALTIGEN FLÜSSIGKEIT

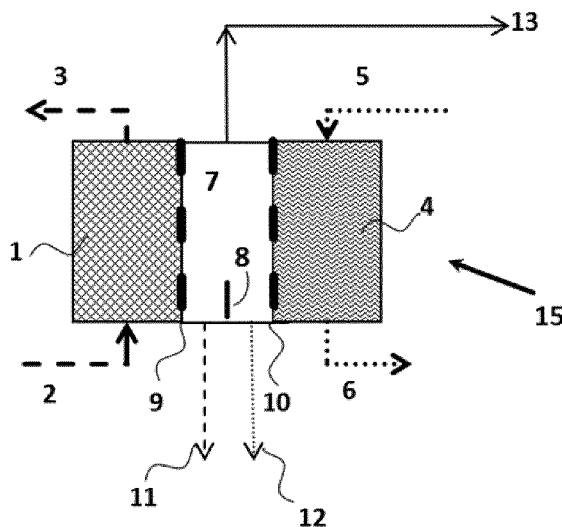


Fig. 1

(57) Abstract: Described is an osmotic distillation
process for concentrating a liquid containing sodium
chloride, and in particular a treatment process for used
reaction water containing sodium chloride from the
production of polymers.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein osmotisches
Destillationsverfahren zum Konzentrieren einer
kochsalzhaltigen Flüssigkeit, und insbesondere ein
Aufbereitungsverfahren für kochsalzhaltiges
Reaktionsabwasser aus der Produktion von Polymeren
beschrieben.



Erklärungen gemäß Regel 4.17:

Veröffentlicht:

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

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Osmotisches Destillationsverfahren zum Konzentrieren einer kochsalzhaltigen Flüssigkeit

Die Erfindung betrifft ein osmotisches Destillationsverfahren zum Konzentrieren einer kochsalzhaltigen Flüssigkeit. Die Erfindung betrifft insbesondere ein Aufbereitungsverfahren für kochsalzhaltiges Reaktionsabwasser erhalten aus der Produktion von Polymeren.

- 5 Die Erfindung geht aus von an sich bekannten osmotischen Destillationsverfahren, die üblicherweise den Übergang von Wasser aus einer beispielsweise kochsalzhaltigen Flüssigkeit durch eine Membran in eine Zuglösung vorsehen.

- Bei der klassischen Osmotischen Destillation (OD) nach dem Direktkontaktprinzip wird ein Flüssigkeitsgemisch (Feed) mit einer flüchtigen Komponente durch eine mikroporöse, nicht von der Flüssigkeit benetzbare Membran von einer zweiten flüssigen Phase (Zuglösung) getrennt, die die flüchtige Komponente absorbieren kann. Das Kernstück der bekannten OD ist die hydrophobe Membran. Wässrige Lösungen können die Membran nicht benetzen, sie können aber an der Membranoberfläche (Feedseite) Wasserdampf abgeben, der durch die Poren der Membran permeiert und auf der Zuglösungsseite der Membran kondensiert. Die treibende Kraft der OD ist die Dampfdruckdifferenz zwischen dem jeweiligen Dampfdruck über der Feed- und der Zuglösung. Die Membran dient dabei als eine Barriere zur Phasentrennung.
- 10
- 15

- Die OD benötigt als solche keine zusätzliche Wärme oder die Anwendung einer Druckdifferenz als treibende Kraft und eignet sich somit im Allgemeinen zur Aufkonzentrierung von wässrigen Lösungen und insbesondere von empfindlichen Produkten aus der Lebensmittel-, Chemie- und Pharmaindustrie.
- 20

- Die bis jetzt für OD erforschten und/oder verwendeten Module nutzen alle ausschließlich das Prinzip des direkten Kontakts der beiden Fluide (Feed- und Zuglösung) mit einer Membran.

- 25 Ansätze zur Nutzung von NaCl-haltigen Prozessabwässern für die Elektrolyse sind zwar grundsätzlich bekannt. Die für die Chlor-Elektrolyse benötigte NaCl-Konzentration wird aber durch Lösen frischen Salzes in dem gereinigten Prozessabwasser erreicht. Auf diese Weise kann allerdings nur ein Teil des gesamten Abwassers aufgrund der Wasserbilanz der Elektrolyse recycelt werden.

- 30 Um das gesamte Abwasser recyceln zu können, ist eine Aufkonzentrierung notwendig. Diese kann z. B. durch thermische Eindampfung (WO/2001/38419) erfolgen. Weiterhin sind folgende Methoden zur Erhöhung der NaCl-Konzentration bekannt: 1) Energie der

- 2 -

Mikrowelle (US 4267026); 2) Kombination aus Ausfrieren, Zentrifugieren und Umkehrosmose (US 4592768); 3) Kristallisation der Hydrate (US 3655333). Alle diese Verfahren sind jedoch energieintensiv und kostspielig.

5 Die Nutzung von NaOH als Zuglösung ist zwar grundsätzlich aus dem Stand der Technik bekannt (siehe WO/2005/118114). Dabei handelt es sich jedoch um die Verwendung der OD zur Aufkonzentrierung von NaCl-Sole im Anolytkreislauf. Dort finden MicroZa® und Gore-Tex® tubulare Mikrofiltrationsmodule als Kontaktoren nach dem Direktkontaktprinzip Anwendung. Ein schwerwiegendes Problem des bekannten OD-
10 Verfahrens nach dem Direktkontaktprinzip ist jedoch die Kontamination der Zuglösung mit NaCl.

Ein weiteres Hindernis in der Verwendung von kochsalzhaltigem Prozesswasser zur bekannten OD-Verfahren besteht noch in der Belastung der Lösung mit organischen Verunreinigungen. Es ist zwar denkbar die organischen Verunreinigungen mittels z.B.
15 Aktivkohle zu entfernen.

Ein Teil der Verunreinigungen verbleibt aber dennoch in Konzentration im ppm-Bereich in den Abwässern. Diese Verunreinigungen führen zur Entstehung und zum Wachstum von hydrophilen „Hot-Spots“ an der hydrophoben Membran während des Betriebs, welche dort
20 eine Benetzung der Membran und somit den **Durchbruch der Lösungen durch die Membran** zur Folge hat. Dieses Phänomen führt schließlich zu dem unerwünschten Effekt der Kontamination der NaOH-Lösung.

Die Nachteile der aus dem Stand der Technik bekannten Osmotischen Destillation nach dem Direktkontaktprinzip sind zusammengefasst:

- 25 • Entstehung und Wachstum von hydrophilen Stellen an der hydrophoben Membran während des Betriebs aufgrund der in der Feedlösung vorhandenen benetzenden Substanzen oder Auskristallisierung der Salze, welche zum Durchbruch der Lösungen durch die Membran führt.
- Gegenseitige Kontamination der Fluidströme bei Benetzung oder Undichtigkeit der
30 Membran.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein osmotisches Destillationsverfahren zum Konzentrieren einer kochsalzhaltigen Flüssigkeit bereitzustellen, das die vorstehend beschriebenen

- 3 -

Nachteile der aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren zur osmotischen Destillation überwindet und insbesondere eine betriebssichere Konzentrierung von kochsalzhaltigen wässrigen Lösungen bzw. Verdünnung der Zuglösung ermöglicht.

5 Gegenstand der Erfindung ist ein osmotisches Destillationsverfahren zum Konzentrieren einer kochsalzhaltigen wässrigen Flüssigkeit, wobei die Flüssigkeit eine Konzentration von bis zu 20 Gew.-% Kochsalz, bevorzugt 2 bis 18 Gew.-% Kochsalz aufweist, das wenigstens die folgenden Schritte aufweist,

- 10 a) gegebenenfalls Vorreinigung der Flüssigkeit von organischen Nebenbestandteilen (insbesondere Phenol, Bisphenol A, Isopropylphenol, Butylphenol, Chlorbenzol, Dichlormethan, Ethylpiperidin und andere), insbesondere bis zu einem Gesamtgehalt der organischen Nebenbestandteile von 20 ppm, insbesondere bevorzugt bezüglich des Gehalts an Ethylpiperidin bis zu einem Gehalt von Ethylpiperidin von maximal 5 ppm.
- 15 b) Einleitung der gereinigten Flüssigkeit in eine erste Zone (Verdampfungszone), die von einer an diese erste Zone angrenzenden Diffusionszone durch eine wasserdampfdurchlässige hydrophobe erste Membran getrennt ist,
- c) Diffusion von Wasserdampf aus der kochsalzhaltigen Flüssigkeit durch die Membrane in die Diffusionszone,
- 20 d) weitere Diffusion von Wasserdampf aus der Diffusionszone durch eine zweite wasserdampfdurchlässige hydrophobe Membran in eine an die Diffusionszone angrenzende Strippzone und Aufnahme des Wasserdampf in eine Zuglösung, die in der Strippzone kontinuierlich ausgetauscht wird.

25 Als Zuglösung können beliebige Lösungen mit hohem osmotischem Druck, insbesondere wässrige Lösungen von Alkalihydroxiden, insbesondere von NaOH, oder von NaCl, CaCl₂, MgCl₂, Polyglykole etc. verwendet werden. Als besonders bevorzugte Zuglösung hat sich eine wässrige Lösung von NaOH erwiesen.

Eine bevorzugte Variante des neuen Verfahrens ist somit dadurch gekennzeichnet, dass als Zuglösung eine konzentrierte Alkalilauge, insbesondere konzentrierte Natronlauge eingesetzt wird.

30 Besonders bevorzugt wird eine Zuglösung mit einer Konzentration an Alkalihydroxid, besonders bevorzugt an NaOH, von 10 Gew.-% bis 50 Gew.-%, ganz besonders bevorzugt von 15 Gew.-% bis 35 Gew.-%, insbesondere besonders bevorzugt 20 Gew.-% bis 33 Gew.-% eingesetzt.

Ein Vorteil der Verwendung von Natronlauge besteht darin, dass ein eventuell anfallendes

- 4 -

Gemisch von Natronlauge und Kochsalz sich eventuell einfach zu Kochsalz recyclieren lässt, das weiterverwendet werden kann.

5 In einer bevorzugten Variante des neuen Verfahrens wird nämlich eine Diffusionszone angewendet, die eine Drainage zur Abführung von Flüssigkeit aufweist und Kondensat, insbesondere mit störenden Anionen, insbesondere bevorzugt mit störenden Chloridanionen belastetem Kondensat oder von gegebenenfalls durch die Membran in die Diffusionszone durchtretende Flüssigkeit oder durchtretende Zuglösung abgeführt wird. Das Kondensat kann
10 abgelassen werden um zum Beispiel eine Kontamination der Zuglösung (z.B. im Falle von Natronlauge) mit Chloridanionen zu vermeiden. Bei Belastungen mit einem Gehalt von mehr als 100 ppm Chloridionen in der Natronlauge kann es zu verstärkter Korrosion der produktberührten Vorrichtungsteile kommen.

In dem neuen Verfahren wird bevorzugt als kochsalzhaltige wässrige Flüssigkeit ein Produktionsabwasser aus einem Verfahren zur Herstellung von Polymeren, insbesondere zur Herstellung von Polycarbonaten oder von Polyurethanvorprodukten verwendet.

15 Nachfolgend werden beispielhaft aus dem Stand der Technik bekannte Prozesslösungen genannt die für die Anwendung des neuen Verfahrens speziell zum Einsatz kommen können:

Natriumchlorid-haltige Reaktionsabwasserlösung anfallend bei der Herstellung von Polycarbonat wie beispielhaft in EP2286898 A1 beschrieben;

20 Natriumchlorid-haltige Reaktionsabwasserlösung anfallend bei der Herstellung von Diarylcarbonat wie beispielhaft in EP2241550A1 beschrieben;

Alkalichlorid-haltige Lösung anfallend bei der Synthese von Di- und Polyaminen der Diphenylmethanreihe zur Herstellung von Methylen-diphenyl-diisocyanaten wie beispielhaft in DE102008012037A1 beschrieben.

25 In einer bevorzugte Ausführung des neuen Verfahrens werden als Material für die erste und die zweite Membran unabhängig voneinander auf einem hydrophoben Polymeren basierende Materialien verwendet, insbesondere Materialien auf Basis von Polypropylen und /oder von Polytetrafluorethylen (PTFE). Besonders bevorzugt werden Membranen aus PTFE eingesetzt.

Derzeit werden nur poröse Membranen in der aus dem Stand der Technik bekannten Osmotischen Destillation verwendet. Die am häufigsten verwendeten Membranen sind
30 Flach-, Hohlfaser- und Kapillarmembranen. Die Porengröße, die für OD-Membranen benötigt wird, beträgt üblicherweise etwa 10 nm bis 1 µm. Eine optimale Porengröße muss für jede einzelne Anwendung in Abhängigkeit von der Art der Feedlösung bestimmt und

- 5 -

den folgenden Anforderungen gerecht werden: 1) Die Membranporen müssen groß genug sein, um den erforderlichen Flux zu ermöglichen. 2) Die Membranporen müssen klein genug sein, um das Eindringen von Flüssigkeit unter den vorgesehenen Betriebsbedingungen zu verhindern.

- 5 Der Bereich der maximalen Porengröße, die eine Benetzung der Membranporen durch die Feedlösung vermeidet, liegt zwischen 0,1 und 0,6 μm . Für Membranen, die für die OD angewandt werden, ist jedoch die Porengrößenverteilung der aussagekräftigere Parameter, da keine einheitliche Porengröße existiert.

- 10 Bevorzugt wird daher für das neue Verfahren eine Membran mit einer möglichst engen Porengrößenverteilung der OD-Membran eingesetzt.

Wie auch bei anderen Membranprozessen ist die Membrandicke umgekehrt proportional zum Stoff- und auch zum Wärmetransport, weil sie für beide Transportvorgänge einen Widerstand darstellt, der mit der Dicke der Membran ansteigt.

- 15 Grundsätzlich ist auch die Anwendung anderer Membranmaterialien, die aus dem Stand der Technik bekannt sind für die Durchführung des neuen Verfahrens grundsätzlich geeignet.

- 20 In den vergangenen Jahren wurden beispielsweise keramische, Kohlenstoffnanoröhrchenhaltige und metallische Membranen untersucht. In den Anfängen der OD wurden Nylonfasern und mit Silikon beschichtete Glasfasern auch als OD-Membranen getestet.

Die Verwendung dünner, nicht poröser (dichter) hydrophoben Kompositmembranen für OD sind beispielsweise in der DE60025256T2 beschrieben. Die beschriebenen Polymermaterialien sind Polytrimethylsilylpropin (PTMSP) und Perfluor-2,2-dimethyl-1,3-dioxol (Teflon AF).

- 25 Aufgrund des Kontakts mit insbesondere Alkalilauge sind folglich die inerten Materialien Polytetrafluorethylen (PTFE) und Polypropylen (PP) besonders als Membranmaterial geeignet.

- 30 Die am häufigsten für die bekannten OD-Verfahren untersuchten Membranen sind Flachmembranen, die als Plattenmodul (Plate and Frame Module) zum Einsatz kommen. Diese Bauform wird auch für die Durchführung des neuen Verfahrens bevorzugt eingesetzt. Aufgrund der besonders einfachen Handhabung, der Vielseitigkeit durch die

- 6 -

Austauschmöglichkeit der Membranen (z.B. bei Defekten), der einfachen Konstruktion, Installation und Wartung, bietet dieser modulare Aufbau deutliche Vorteile. Die Verwendung der Plattenmodule bietet außerdem in Hinsicht auf die Handhabung hochviskoser Flüssigkeiten Vorteile. Des Weiteren werden in den Plattenmodulen dünnere
5 Membranen eingebaut als in Kapillarmodulen, was sich günstig auf den Stofftransport auswirkt.

Zur Umsetzung des neuen OD-Verfahrens eignen sich bevorzugt PP-Kunststoffrahmen. Diese Rahmen enthalten Öffnungen verschiedener Größen, die insbesondere nach einem Reibschweißprozess zu Strömungskanälen für verschiedene Fluide werden. Die Kanäle
10 bieten, je nach Rahmenkonfiguration, Zugang zum Innenvolumen eines Rahmens oder zum Volumen zwischen zwei Rahmen. Wird zusätzlich eine Folie oder eine Membran auf einen Rahmen gesiegelt, so können Strömungskanäle mit großen Flächen für Wärme- und Stoffübergang geschaffen werden. Werden die Hauptbehandlungszonen unter Unterdruck gestellt, so werden die Blöcke durch den Atmosphärendruck zusammengepresst und fest
15 verbunden. Sind Öffnungen in den Platten, die die einzelnen Blöcke abschließen, vorgesehen, so können die Strömungskanäle zweier Blöcke intern und ohne weiteren Verrohrungsaufwand miteinander verbunden werden. Die Verwendung reibgeschweißter Module ohne Einsatz von Klebstoffen und Dichtungsmaterialien bietet Vorteile beim Einsatz von Natronlauge als Zuglösung.

20 Im weiteren aus dem Stand der Technik grundsätzlich bekannten sogenannten Spiralwickelmodul (Spiral Wound Module) wird ebenfalls eine Flachmembran eingesetzt. Für die OD kommt diese Modulgeometrie aufgrund der erhöhten Foulingtendenz jedoch seltener zur Anwendung und ist daher weniger bevorzugt im neuen Verfahren einzusetzen.

In der Kategorie der rohrförmigen Membranmodule existieren für die konventionelle OD
25 sowohl Rohr- und Hohlfaser-, als auch Kapillarmodule (siehe z.B.: US4781837 A, WO9717128 A1, WO 2001012304 A1, WO2005118114 A1). Die höchste Packungsdichte bieten die Hohlfasermodule mit 3000 m²/m³. Durch kleine Membrandurchmesser von 50 bis 500 µm verschmutzen sie jedoch leichter und neigen stärker zum Fouling. Vorteile, wie eine hohe Druckstabilität, eine kostengünstige Produktion und ein geringer Platzbedarf
30 verleihen ihnen dennoch ein hohes kommerzielles Potential und machen sie nach den Plattenmodulen zu den am häufigsten verwendeten OD-Membranmodulen. Für die Anwendung des neuen Verfahrens kommen sie gegebenenfalls in Frage.

- 7 -

Das neue OD-Verfahren wird gewöhnlich unter Umgebungsdruck durchgeführt. In einer bevorzugten Ausführungsform beträgt der Druck in den verschiedenen Zonen (Verdampfungszone, Diffusionszone, Strippzone) jedoch unabhängig voneinander weniger als der Umgebungsdruck, besonders bevorzugt von 10 bis 600 mbar.

5 Das Verfahren wird gewöhnlich bei Raumtemperatur in den verschiedenen Zonen (Verdampfungszone, Diffusionszone, Strippzone) durchgeführt. Bevorzugt ist eine Ausführung, bei der die verschiedenen Zonen (Verdampfungszone, Diffusionszone, Strippzone) unabhängig voneinander bei einer Temperatur von 10 bis 80°C besonders bevorzugt von 20 bis 60°C gehalten werden.

10 Ein besonders bevorzugtes Verfahren ist jedoch dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur in der Verdampfungszone größer ist als in den an die Verdampfungszone angrenzenden Zonen, der Diffusionszone und der Strippzone. Diese Variante hat den Vorteil, dass eine höhere Dampfdruckdifferenz zu einer höheren Verdampfungsrate führt

15 Eine vorteilhafte Variante des neuen Verfahrens besteht darin, dass die kochsalzhaltige Flüssigkeit in der Verdampfungszone und die Zuglösung in der Stripzone zueinander im Gegenstrom an den jeweiligen Membranen vorbeigeführt werden. Diese Variante bringt den Vorteil einer konstanten Dampfdruckdifferenz zwischen Abgabe- und Aufnahmelösung.

Die Effektivität des neuen Verfahrens lässt sich in einer bevorzugten Ausführung weiter steigern, wenn die kochsalzhaltige wässrige Flüssigkeit im Bereich der Verdampfungszone turbulent strömt.

20 Wie oben beschrieben wird als kochsalzhaltige wässrige Flüssigkeit beispielsweise ein kochsalzhaltiges Produktionsabwasser aus einer Polymerproduktion verwendet.

25 Eine besondere Ausführung des neuen Verfahrens ist demnach dadurch gekennzeichnet, dass als Zuglösung Alkalilauge verwendet wird, die aus einem gekoppelten Elektrolyseprozess zur Elektrolyse von Alkalichlorid entnommen wird und nach Aufnahme des Wasserdampfs in der Strippzone in einen gekoppelten chemischen Produktionsprozess, insbesondere zur Herstellung von Polymeren abgegeben wird.

30 Vorteilhaft ist auch eine andere Ausführung des neuen Verfahrens, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die kochsalzhaltige wässrige Flüssigkeit aus einem gekoppelten chemischen Produktionsprozess, insbesondere einem Prozess zur Herstellung von Polymeren entnommen wird und nach Aufkonzentrierung in der Verdampfungszone in einen gekoppelten Elektrolyseprozess zur Elektrolyse von Alkalichlorid abgegeben wird. Hierbei kann es insbesondere erforderlich sein die im Zuge der Aufkonzentration ebenfalls angereicherten organischen Nebenbestandteile mittels

- 8 -

grundsätzlich bekannter Trennverfahren von der Salzlösung abzutrennen, bevor diese der Elektrolyse zugeführt wird.

In einer ganz besonders bevorzugten Ausführung werden die beiden vorgenannten verschiedenen Kopplungsvarianten miteinander kombiniert.

- 5 Die Verfahrensschritte b), c) und d) werden in einer bevorzugten Variante des neuen Verfahrens in mehreren Stufen durchgeführt, wobei die Zuglösung und die kochsalzhaltige wässrige Flüssigkeit bevorzugt im Gegenstrom geführt werden. Hierbei wird mindestens eine weitere Kombination von Verdampfungszone, Diffusionszone und Strippzone angewendet. So wird beispielsweise die aus der ersten Verdampfungszone austretende konzentriertere kochsalzhaltige wässrige Flüssigkeit in
10 einer zweiten Verdampfungszone weiter aufkonzentriert. Die in einer zweiten Strippzone der zweiten Stufe anfallende verdünntere Zuglösung wird im Gegenstrom in der ersten Strippzone der ersten Stufe durch aufgenommenes Kondensat weiter verdünnt.

- Ein weiterer wichtiger Aspekt für die Durchführung des neuen OD-Verfahrens und ein den Prozess kontrollierender Faktor ist der Wärmetransport. Bei der konventionellen OD wird
15 das treibende Potential für das notwendige Dampfdruckgefälle durch osmotischen Unterschied der Lösungen bei gleicher Temperatur erzeugt. Die latente Wärme des Wasserdampfs führt beim Verdampfen zu einer Abkühlung der Feedlösung (z.B. NaCl) und bei der Kondensation zu einer Erwärmung der Zuglösung (z.B. NaOH). Außerdem trägt die Verdünnung der NaOH mit Wasser aufgrund der freiwerdenden Lösungsenthalpie
20 ebenfalls zur Erhöhung der Temperatur bei. Dieser Wärmetransport verringert die treibende Dampfdruckdifferenz für den Stofftransport.

Weitere Aufgabe der Erfindung ist es daher eine besondere Variante des neuen Verfahrens zu finden, die das besondere Problem des Wärmetransports lösen kann.

- 25 Eine energiesparende bevorzugte Variante der vorgenannten Ausführungen des neuen Verfahrens mit zwei oder mehr gekoppelten Anordnungen aus Verdampfungszone, Diffusionszone und Strippzone ist daher dadurch gekennzeichnet, dass die aus der ersten osmotischen Destillationsanordnung aus der Verdampfungszone austretende konzentriertere kochsalzhaltige wässrige Flüssigkeit vor Einleitung in eine nachfolgende weitere osmotische
30 Destillationsanordnung zur Einstellung der Betriebstemperatur einem Wärmeaustausch unterzogen wird.

In einer bevorzugten Variante kann unabhängig von der vorgenannten Ausführungsform die aus der ersten osmotischen Destillationsanordnung aus der Strippzone austretende Zuglösung vor

- 9 -

Einleitung in eine nachfolgende weitere osmotische Destillationsanordnung zur Einstellung der Betriebstemperatur einem Wärmeaustausch unterzogen werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Figuren durch die Beispiele, welche jedoch keine Beschränkung der Erfindung darstellen, näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße OVD (Osmotische Vakuum Destillations) -Anordnung

Fig. 2 eine Draufsicht auf eine mögliche Verschaltung mehrerer OVD-Module mit zwischengeschalteten Wärmetauschern (Beispiel für gleichwarme Feed- und Zuglösung)

Fig. 3 eine Draufsicht auf eine mögliche Verschaltung mehrerer OVD-Module mit zwischengeschalteten Wärmetauschern (Beispiel für kalte Feed- und warme Zuglösung)

In den Figuren haben die Bezugszeichen die nachstehende Bedeutung:

1 Zuglösungskammer (Strippzone)

2 Einlass für konzentrierte Zuglösung

3 Auslass für verdünnte Zuglösung

4 Feedkammer (Verdampfungszone)

5 Einlass für Feedlösung

6 Auslass für konzentrierte Feedlösung

7 Dampfkammer (Diffusionszone)

8 Damm (für Drainage)

9 erste Membran für den Kontakt mit Zuglösung

10 zweite Membran für den Kontakt mit Feedlösung

- 10 -

11, 11a Ablauf für gegebenenfalls durch die Membran 9 durchtretende Zuglösung

12, 12a Ablauf für gegebenenfalls durch die Membran 10 durchtretende Feedlösung

13 Vakuumleitung

14, 14a Wärmeübertrager

5 15, 15a gesamtes erfindungsgemäßes OVD-Modul

16, 16a Polypropylen-Trenn-Folie im Wärmeübertrager 14, 14a

Beispiele

Beispiel 1

Ein Schwerpunkt der Erfindung ist die Nutzung einer neuen Anordnung zur Stofftrennung, die sog. Osmotische Vakuum Destillation (OVD-Modul), zur Verhinderung einer Flüssigkeitsvermischung im Falle der Membranbenetzung. Das Konzept der Modulanordnung ist in Fig. 1 dargestellt. Diese neue Anordnung ermöglicht die Trennung der Flüssigkeiten (Feedlösung und Zuglösung) mithilfe zweier hydrophober Membranen 9 und 10 zwischen denen ein Dampfkanal 7 angeordnet ist, der auch für die Abführung evtl. eingedrungener Flüssigkeiten sorgt.

10 Zum Prozessstart wird der Systemdruck mit einer Vakuumpumpe über die Leitung 13 auf einen Druck von 20 mbar (20 hPa) gesenkt. Hierdurch kann der Stofftransport deutlich verbessert werden, da der Transport von Wasserdampf durch die Membranporen und, in der Dampfkammer 7, durch etwaige Inertgase behindert werden kann. Feedlösung (NaCl 10 Gew.-%, Temperatur 50°C, Wasserdampfpartialdruck 110 mbar) wird über den Einlass 15 5 in die Feedkammer 4 eingelassen. Über die Membran 10 mit der aktiven Fläche von 0,5 m² wird Wasserdampf an die Dampfkammer 7 (Diffusionszone) abgegeben. Der Dampf flux durch die Membran 10 beträgt 3 kg/h·m². Die konzentrierte Feedlösung (NaCl 10,1 Gew.-%, Temperatur 41°C, Wasserdampfpartialdruck 70 mbar) verlässt die Feedkammer 4 über den Auslass 6. Die am Einlass 2 eintretende konzentrierte Zuglösung 20 (NaOH 30 Gew.-%, Temperatur 50°C, Wasserdampfpartialdruck 64 mbar) nimmt Wasserdampf auf, der durch die Membrane 9 in die Zuglösungskammer 1 (Strippzone) eintritt. Der Dampf flux durch die Membran 9 beträgt ebenfalls 3 kg/h·m². Die verdünnte Zuglösung (NaOH 29,6 Gew.-%, Temperatur 60°C, Wasserdampfpartialdruck 100 mbar) verlässt die Zuglösungskammer 1 über den Auslass 3. Ein Damm 8 sorgt in dem Dampfkanal 7 zusätzlich dafür, dass eine 25 Vermischung von etwaiger durch die Membranen 9 bzw. 10 durchgetretener Feed- und Zuglösung nicht möglich ist. Diese werden über die Leitungen 11 und 12 getrennt abgeführt und gegebenenfalls zurückgeführt.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Anordnung liegt darin, dass zwei unterschiedlich beschaffene Membranen 9 und 10 je nach Anforderungen an Feed- und Zuglösung 30 verwendet werden können. Vorteilhafterweise kann eine Membran 9 mit folgenden Eigenschaften eingesetzt werden:

- 12 -

- aktive Schicht: PTFE, Schichtdicke ca. 25 μm , Porengröße 0,2 μm , Wassereindringdruck 3,5 bar;
- Stützsicht: PP, Schichtdicke ca. 200 μm .

5 Die latente Wärme des Wasserdampfs kühlt die Feedlösung 6 aufgrund der Verdampfung ab und erwärmt die Zuglösung 3 aufgrund der Kondensation. Dieser Wärmetransport verringert jedoch die treibende Dampfdruckdifferenz für den Massentransport.

Beispiel 2

Fig. 2 stellt beispielhaft eine Anordnung mit zwei gekoppelten Modulen 15, 15 a dar, die für eine 50°C konzentrierte Zuglösung und eine 50°C dünne Feedlösung angewendet wird.

10 Die Anordnung besteht aus zwei Membranmodulen 15, 15 a und zwei Wärmeübertragern 14, 14 a. Die Wärmeübertrager 14, 14 a sind als rahmenförmige Einsätze gestaltet, die Zu- und Ableitungen für die Flüssigkeiten (Feed- und Zuglösung) aufweisen, und die seitlich durch die Module 15, 15 a bzw. durch eine Endplatte geschlossen sind. Auf je einen der Rahmen der Wärmeübertrager 14, 14 a werden dünne (ca. 25 μm) Polypropylen-Folien 16

15 bzw. 16 a (Fig. 2) aufgebracht, welche als Wärmeübertragerfläche dienen. Die auf diese Weise entstehenden Wärmeübertrager 14, 14 a werden mit den OVD-Membranmodulen 15, 15a abwechselnd zu einem Block geformt. Das innovative Konzept, alle Funktionen in einem Block zu realisieren, bietet Vorteile hinsichtlich der Vermeidung von zusätzlichen externen Wärmetauschern und einer Rückverrohrung. In den Wärmeübertragern 14, 14a

20 kommt es zum Wärmetausch zwischen der jeweiligen abgereicherten Zug- und angereicherter Feedlösung (Wärmerückgewinnung).

Beide Lösungen, Zug- 2 und Feedlösung 5 werden im Gegenstrom geleitet. Der Systemdruck wird zum Prozessstart auf 20 mbar gesenkt. Die Zuglösung (NaOH, 30,00 Gew.-%, Temperatur 50 °C, 100 kg/h) tritt über Einlass 2 in das OVD-Modul 15 ein. Die

25 Feedlösung (NaCl, 9,85 Gew.-%, Temperatur 50 °C, 101,5 kg/h) tritt über Einlass 5 in einen Wärmeübertrager 14a. Die Zuglösung verlässt Modul 15 und wird nach Durchgang durch Wärmetauscher 14 in die Zugkammer von Modul 15 a geleitet. Aus Modul 15 a austretende weiter abgereicherte Zuglösung wird nach Durchgang durch den weiteren Wärmetauscher 14 a abgeleitet (Leitung 3). Um einen optimalen Stoffaustausch zwischen

30 Feed- und Zuglösung zu erreichen werden eine Vielzahl der in diesem Beispiel 2 genannten Zweimodulanordnungen hintereinander geschaltet, wobei die Zahl der verwendeten Zweimodulanordnungen in der Größenordnung von 20 bei einer Steigerung

- 13 -

der Konzentration der Feedlösung von 100 kg/h von 7 Gew.-% auf 20 Gew.-% liegt. Die prozessrelevanten Parameter können der Tabelle 1 und 2 entnommen werden.

Tabelle 1

Parameter Membranmodule

	Modul 15		Modul 15 a	
	NaOH	NaCl	NaOH	NaCl
Flux [kg/hm ²]	3	3	3	3
Membranfläche [m ²]	0,5	0,5	0,5	0,5
Tein [°C]	50,0	56,0	53,0	58,5
Taus [°C]	59,9	47,4	62,5	50,0
Massenstrom_ein [kg/h]	100,0	100,0	101,5	101,5
Massenstrom_aus [kg/h]	101,5	98,5	103,0	100,0
Konzentration_ein [Gew. %]	30,00	10,00	29,56	9,85
Konzentration_aus [Gew. %]	29,56	10,15	29,13	10,00
Dampfdruck_ein [mbar]	63	140	68	165
Dampfdruck_aus [mbar]	100	95	120	108
Cp [J/kgK]	3590	4180	3590	4180

5

Tabelle 2

Parameter Wärmeübertrager

	Wärmeübertrager 14		Wärmeübertrager 14a	
	NaOH	NaCl	NaOH	NaCl
Fläche [m ²]	0,25		0,4	
k [W/m ² K]	800		800	
Tein [°C]	59,9	50,0	62,6	50,0
Taus [°C]	53,0	56,0	52,6	58,5

Beispiel 3

- 10 Der modulare Aufbau ist sehr flexibel und kann durch Änderung der Reihenfolge für Wärmetauscher- und Membranblöcke leicht gewechselt werden. Fig. 3 stellt beispielweise eine Abwandlung der Anordnung nach Beispiel 2 dar, die für eine warme konzentrierte Zuglösung (NaOH, 30 Gew.-%, Temperatur 70°C, 100 kg/h) und eine dünne kalte Feedlösung (NaCl, 9,85 Gew.-%, Temperatur 40°C, 101,5 kg/h) konzipiert ist. In diesem
- 15 Fall werden beide Lösungen 2 und 5 zunächst in einem, dem ersten Modul 15 vorgeschalteten Wärmeübertrager 14 zum Wärmeaustausch zugeführt. Die auf 60°C aufgewärmte Feedlösung fließt in das Modul 15a. Die auf 50°C abgekühlte NaOH strömt in das Modul 15. Danach werden beide Lösungen analog dem Beispiel 2 im Gegenstrom durch die Module 15, 15a und den Wärmetauscher 14 geleitet.

Patentansprüche

1. Osmotisches Destillationsverfahren zum Konzentrieren einer kochsalzhaltigen wässrigen Flüssigkeit, wobei die Flüssigkeit eine Konzentration von bis zu 20 Gew.-% Kochsalz, bevorzugt 2 bis 18 Gew.-% Kochsalz aufweist, das wenigstens die folgenden Schritte aufweist,
5
a) gegebenenfalls Vorreinigung der Flüssigkeit von organischen Nebenbestandteilen, insbesondere bis zu einem Gesamtgehalt der organischen Nebenbestandteile von 20 ppm,
b) Einleitung der gereinigten Flüssigkeit in eine erste Zone als Verdampfungszone
10 (4), die von einer an diese erste Zone (4) angrenzenden Diffusionszone (7) durch eine wasserdampfdurchlässige hydrophobe erste Membran (10) getrennt ist,
c) Diffusion von Wasserdampf aus der kochsalzhaltigen Flüssigkeit durch die Membran (10) in die Diffusionszone (7),
d) weitere Diffusion von Wasserdampf aus der Diffusionszone (7) durch eine zweite
15 wasserdampfdurchlässige hydrophobe Membran (9) in eine an die Diffusionszone (7) angrenzende Strippzone (1) und Aufnahme des Wasserdampf in eine Zuglösung, die in der Strippzone (1) kontinuierlich ausgetauscht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Zuglösung eine konzentrierte Alkalilauge, insbesondere konzentrierte Natronlauge eingesetzt wird,
20 bevorzugt mit einer Konzentration an Kaliumhydroxid, besonders bevorzugt an NaOH von 10 Gew.-% bis 50 Gew.-%, bevorzugt von 15 Gew.-% bis 35 Gew.-%, besonders bevorzugt 20 Gew.-% bis 33 Gew.-%.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Diffusionszone (7) eine Drainage (11, 8, 12) zur Abführung von Flüssigkeit aufweist und,
25 insbesondere mit störenden Anionen, insbesondere bevorzugt mit Chloridanionen belastetes Kondensat oder von gegebenenfalls durch die Membranen (9) und (10) in die Diffusionszone (7) durchtretender Flüssigkeit oder Zuglösung aus der Diffusionszone (7) abgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die
30 kochsalzhaltige wässrige Flüssigkeit ein Produktionsabwasser aus einem Verfahren zur Herstellung von Polymeren, insbesondere zur Herstellung von Polycarbonat oder Polyurethanvorprodukten ist.

- 15 -

5. Verfahren nach der einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet dass die erste (10) und die zweite Membran (9) unabhängig voneinander auf einem hydrophoben Polymeren basieren, insbesondere auf Polypropylen und /oder Polytetrafluorethylen (PTFE).
- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 ist 5, dadurch gekennzeichnet, dass die verschiedenen Zonen: Verdampfungszone (4), Diffusionszone (7), Strippzone (1) unabhängig voneinander bei Normaldruck oder vermindertem Druck gehalten werden, insbesondere bei einem Druck von 10 bis 600 mbar.
- 10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die verschiedenen Zonen: Verdampfungszone (4), Diffusionszone (7), Strippzone (1) unabhängig voneinander bei einer Temperatur von 10 bis 80°C besonders bevorzugt von 20 bis 60°C gehalten werden.
- 15 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur in der Verdampfungszone (4) größer ist als in den angrenzenden Zonen, der Diffusionszone (7) und der Strippzone (1).
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die kochsalzhaltige Flüssigkeit in der Verdampfungszone (4) und die Zuglösung in der Stripzone (1) zueinander im Gegenstrom an den jeweiligen Membranen (9) bzw. (10) vorbeigeführt werden.
- 20 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 ist 9, dadurch gekennzeichnet, dass die kochsalzhaltige wässrige Flüssigkeit im Bereich der Verdampfungszone (4) turbulent strömt.
- 25 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die von den Prozessflüssigkeiten berührten Einbauten in den Zonen: Verdampfungszone (4), Diffusionszone (7), Strippzone (1) unter einander mittels stoffschlüssiger Verbindung, insbesondere durch Reibschweißen oder Laserschweißen besonders bevorzugt durch Reibschweißen miteinander verbunden sind insbesondere ohne Einsatz von Klebstoffen oder Haftstoffen.
- 30 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuglösung Alkalilauge ist und aus einem gekoppelten Elektrolyseprozess zur Elektrolyse von Alkalichlorid entnommen wird und nach Aufnahme des Wasserdampfs in der Strippzone (1) in einen gekoppelten chemischen Produktionsprozess, insbesondere zur Herstellung von Polymeren abgegeben wird.

- 16 -

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die kochsalzhaltige wässrige Flüssigkeit aus einem gekoppelten chemischen Produktionsprozess, insbesondere einem Prozess zur Herstellung von Polymeren entnommen wird und nach Aufkonzentrierung in der Verdampfungszone (4) in einen gekoppelten Elektrolyseprozess zur Elektrolyse von Alkalichlorid abgegeben wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Verfahrensschritte b), c) und d) in mehreren Stufen durchgeführt werden wobei mindestens eine weitere Kombination von Verdampfungszone (4), Diffusionszone (7), Strippzone (1) angewendet wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die aus der ersten Verdampfungszone (4) in einer ersten Anordnung aus Verdampfungszone (4), Diffusionszone (7), Strippzone (1) austretende Flüssigkeit in mindestens einer nachgeschalteten weiteren Anordnung aus Verdampfungszone (4), Diffusionszone (7), Strippzone (1) erneut den Verfahrensschritten b) und c) unterzogen wird und die aus einer zweiten Strippzone in mindestens einer nachgeschalteten Anordnung aus Verdampfungszone (4), Diffusionszone (7), Strippzone (1) austretende verdünnte Zuglösung zur Durchführung von Schritt d) in der ersten Anordnung aus Verdampfungszone (4), Diffusionszone (7), Strippzone (1) verwendet wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die aus der ersten osmotischen Destillationsanordnung aus der Verdampfungszone (4) austretende konzentriertere kochsalzhaltige wässrige Flüssigkeit vor Einleitung in eine nachfolgende weitere osmotische Destillationsanordnung zur Einstellung der Betriebstemperatur einem Wärmeaustausch unterzogen wird.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die aus der ersten osmotischen Destillationsanordnung aus der Strippzone (1) austretende Zuglösung vor Einleitung in eine nachfolgende weitere osmotische Destillationsanordnung zur Einstellung der Betriebstemperatur einem Wärmeaustausch unterzogen wird.

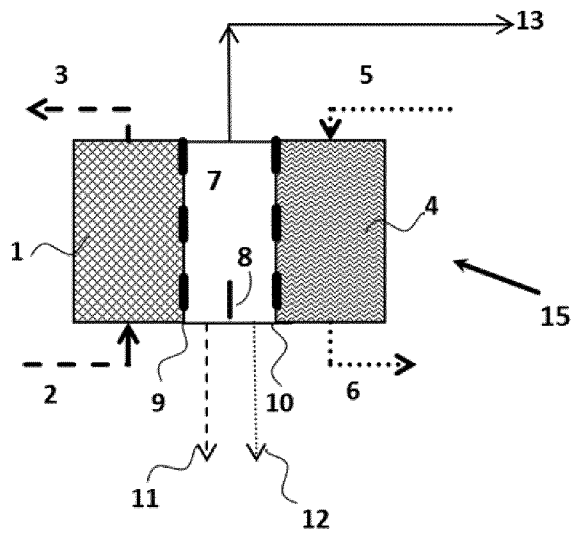


Fig. 1

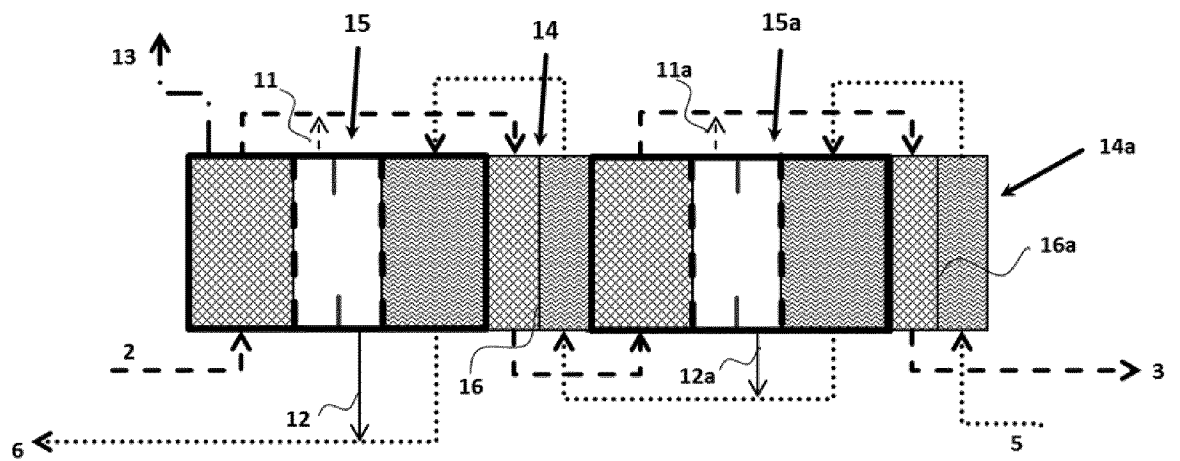


Fig. 2

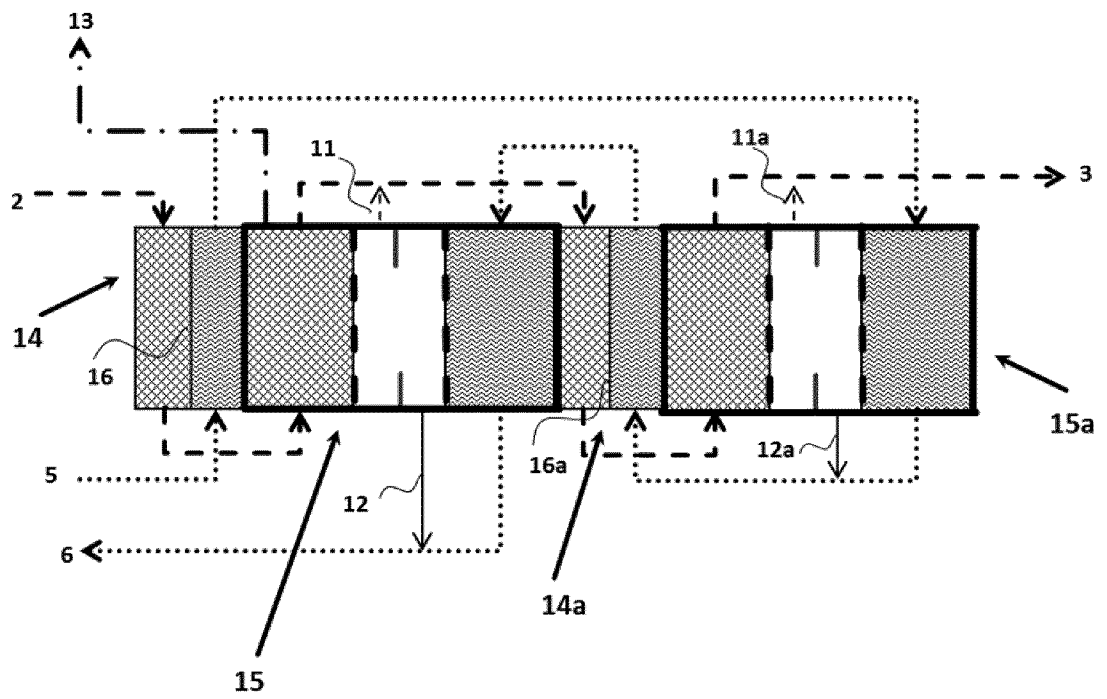


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/065195

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B01D61/00 B01D61/36
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01D

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2009 023940 A1 (BAYER MATERIALSCIENCE AG [DE]) 9 December 2010 (2010-12-09) the whole document	1-17
A	----- ABDULLAH ALKHUHDHIRI ET AL: "Membrane distillation: A comprehensive review", DESALINATION, vol. 287, 1 February 2012 (2012-02-01), pages 2-18, XP055130710, ISSN: 0011-9164, DOI: 10.1016/j.desal.2011.08.027 the whole document	1-17
A	----- WO 2013/074040 A1 (NGEE ANN POLYTECHNIC [SG]; SINGH GURDEV [SG]; PRINCE JAMES ANTONY [SG]) 23 May 2013 (2013-05-23) the whole document	1-17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 August 2016

Date of mailing of the international search report

09/09/2016

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Kukolka, Florian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/065195

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102009023940 A1	09-12-2010	CN 102010505 A	13-04-2011
		DE 102009023940 A1	09-12-2010
		EP 2286898 A1	23-02-2011
		JP 5600268 B2	01-10-2014
		JP 2011012257 A	20-01-2011
		KR 20100130959 A	14-12-2010
		SG 166762 A1	29-12-2010
		TW 201111412 A	01-04-2011
		US 2010324256 A1	23-12-2010

WO 2013074040 A1	23-05-2013	CN 103998115 A	20-08-2014
		SG 11201402157X A	27-06-2014
		US 2014326658 A1	06-11-2014
		WO 2013074040 A1	23-05-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B01D61/00 B01D61/36
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B01D

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2009 023940 A1 (BAYER MATERIALSCIENCE AG [DE]) 9. Dezember 2010 (2010-12-09) das ganze Dokument	1-17
A	----- ABDULLAH ALKHUHDHURI ET AL: "Membrane distillation: A comprehensive review", DESALINATION, Bd. 287, 1. Februar 2012 (2012-02-01), Seiten 2-18, XP055130710, ISSN: 0011-9164, DOI: 10.1016/j.desal.2011.08.027 das ganze Dokument	1-17
A	----- WO 2013/074040 A1 (NGEE ANN POLYTECHNIC [SG]; SINGH GURDEV [SG]; PRINCE JAMES ANTONY [SG]) 23. Mai 2013 (2013-05-23) das ganze Dokument	1-17



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. August 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

09/09/2016

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Kukolka, Florian

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/065195

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102009023940 A1	09-12-2010	CN 102010505 A	13-04-2011
		DE 102009023940 A1	09-12-2010
		EP 2286898 A1	23-02-2011
		JP 5600268 B2	01-10-2014
		JP 2011012257 A	20-01-2011
		KR 20100130959 A	14-12-2010
		SG 166762 A1	29-12-2010
		TW 201111412 A	01-04-2011
		US 2010324256 A1	23-12-2010

WO 2013074040 A1	23-05-2013	CN 103998115 A	20-08-2014
		SG 11201402157X A	27-06-2014
		US 2014326658 A1	06-11-2014
		WO 2013074040 A1	23-05-2013
