

(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
16. Dezember 2010 (16.12.2010)

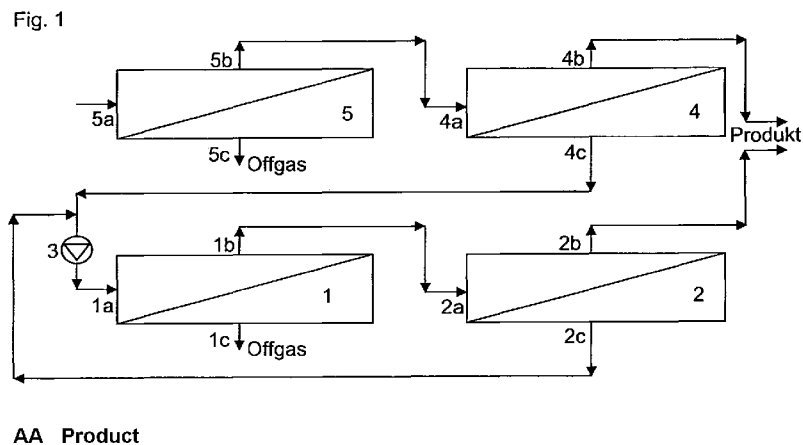
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/141963 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B01D 53/22 (2006.01) *C10L 3/10* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2010/000117
- (22) Internationales Anmeldedatum:
16. April 2010 (16.04.2010)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
A 900/2009 10. Juni 2009 (10.06.2009) AT
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **AXIOM ANGEWANDTE PROZESSTECHNIK GES. M.B.H.** [AT/AT]; Unterwaltersdorferstrasse 100/2, A-2443 Deutsch Brodersdorf (AT).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SZIVACZ, Johannes** [AT/AT]; Mittergasse 3, A-2484 Weigelsdorf (AT). **HARASEK, Michael** [AT/AT]; Baumeistergasse 96/1, A-1160 Wien (AT).
- (74) Anwalt: **SONN & PARTNER**; Riemergasse 14, A-1010 Wien (AT).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR SEPARATING A GAS MIXTURE

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR AUFTRENNUNG EINES GASGEMISCHES



(57) Abstract: The invention relates to a device for separating a gas mixture into product gas and offgas by way of gas permeation, comprising at least two membrane units (1) and (2) and a condenser (3) connected upstream of the first membrane unit (1), which membrane units (1) and (2) have a gas inlet (1a, 2a), a retentate outlet (1b, 2b) and a permeate outlet (1c, 2c), wherein the retentate outlet (1b) of the first membrane unit (1) is connected to the gas inlet (2a) of the second membrane unit (2), the permeate outlet (2c) of the second membrane unit (2) is connected on the intake side to the condenser (3) or the gas supply leading into the condenser, and the condenser (3) is connected to the gas inlet (1a) of the first membrane unit (1), the connection in each case being by way of lines, product gas is obtained via the permeate outlet (2a) and offgas via the retentate outlet (1c), wherein the permeate outlet (4c) of an upstream membrane unit (1) is connected to the gas supply of the condenser (3) by way of lines, wherein at least one further membrane unit (5) is connected upstream of the membrane unit (4) by way of a line connection of the retentate outlet (5b) of the further membrane unit (5) to the gas inlet (4a) of the membrane unit (4), and additional product gas is obtained via the retentate outlet (4b) and additional offgas is obtained via the permeate outlet (5c). The present invention further relates to such a method.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/141963 A1

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

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

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Auftrennung eines Gasgemisches in Produktgas und Offgas mittels Gaspermeation mit mindestens zwei Membraneinheiten (1) und (2) und einem der ersten Membraneinheit (1) vorgeschalteten Verdichter (3), welche Membraneinheiten (1) und (2) einen Gaseingang (1a, 2a), einen Retentatausgang (1b, 2b) und einen Permeatausgang (1c, 2c) aufweisen, wobei der Retentatausgang (1b) der ersten Membraneinheit (1) mit dem Gaseingang (2a) der zweiten Membraneinheit (2), der Permeatausgang (2c) der zweiten Membraneinheit (2) ansaugseitig mit dem Verdichter (3) bzw. der in den Verdichter führenden Gaszufuhr und der Verdichter (3) mit dem Gaseingang (1a) der ersten Membraneinheit (1) leitungsmäßig verbunden ist, Produktgas über Permeatausgang (2b) und Off gas über Retentatausgang (1c) erhalten wird, wobei der Permeatausgang (4c) einer vorgeschalteten Membraneinheit (4) mit der Gaszufuhr des Verdichters (3) leitungsmäßig verbunden ist, wobei der Membraneinheit (4) noch mindestens eine weitere Membraneinheit (5) durch leitungsmäßige Verbindung des Retentatausganges (5b) der weiteren Membraneinheit (5) mit dem Gaseingang (4a) der Membraneinheit (4) vorgeschaltet ist und zusätzliches Produktgas über Retentatausgang (4b) und zusätzliches Offgas über Permeatausgang (5c) erhalten wird. Weiters betrifft die vorliegende Erfindung ein derartiges Verfahren.

Vorrichtung und Verfahren zur Auftrennung eines Gasgemisches

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Auftrennung eines Gasgemisches in Produktgas und Offgas mittels Gaspermeation.

Bei Gaspermeationsmembraneinheiten erfolgt die Trennung von Produktgas und Offgas mittels Permeation, wobei beispielsweise ein Produktgas-angereichertes Retentat und ein Offgas-angereichertes Permeat gewonnen werden können. Die Konzentrationen an Produktgas im Retentat und Offgas im Permeat sind von den jeweils angewendeten Prozess-Parametern abhängig, generell ist für eine erhöhte Produktgas-Qualität immer ein erhöhter Energieeinsatz erforderlich (höherer Druck, niedrigere Ausbeute in Bezug auf eingesetztes Feedgas, etc.). Verbesserte Verfahren zur Steigerung der Produktgas-Ausbeute oder zur effizienteren Nutzung von Energie im Zuge eines derartigen Verfahrens sind daher wünschenswert. Auch ist es wünschenswert, die bei der Errichtung einer Gaspermeationsanlage anfallenden Investitionskosten möglichst gering zu halten.

Bisher sind Vorrichtungen zur Auftrennung eines Gasgemisches in Produktgas und Offgas mittels Gaspermeation derart aufgebaut, dass das druckbeaufschlagte Feedgas in einer Membraneinheit in das Retentat und in das Permeat aufgetrennt werden, wobei beispielsweise das Retentat das Produktgas und das Permeat das Offgas enthält. Nachteil dieser einstufigen Lösung sind niedrige Produktgasqualität und niedrige Produktgasausbeute, die mit einem erhöhten Energiebedarf verbunden ist. Weiters ist diese Vorrichtung nur für sehr selektive Membranen wirtschaftlich einsetzbar.

Verbesserte Vorrichtungen zur Auftrennung eines Gasgemisches in Produktgas und Offgas mittels Gaspermeation sind derart aufgebaut, dass das Permeat einer ersten Membraneinheit druckbeaufschlagt als Feedgas für eine zweite Membraneinheit verwendet wird, wobei die Retentatströme der beiden Membraneinheiten das Produktgas und der Permeatstrom der zweiten Membraneinheit das Offgas enthalten. Der Anlage kann gegebenenfalls noch ein Verdichter vorgeschaltet werden, wenn das Feedgas nicht druckbeaufschlagt vorhanden ist. Der Vorteil dieser Vorrichtung ist eine verbesserte Produktgasausbeute. Nachteil dieser Lösung sind die weiterhin niedrige Produktgasqualität und ein aufgrund der er-

forderlichen Verdichtung des Gases für die zweite Membraneinheit erhöhter Energiebedarf. Weiters ist diese Vorrichtung nur für sehr selektive Membranen wirtschaftlich einsetzbar.

Weiters sind Vorrichtungen bekannt, wobei das Retentat einer ersten Membraneinheit als Feedgas einer zweiten Membraneinheit verwendet wird, das Permeat der zweiten Membraneinheit dem druckbeaufschlagten Feedgas der ersten Membraneinheit beige-mischt wird, das Retentat der zweiten Membraneinheit als Produktgas und das Permeat der ersten Membraneinheit als Offgas abgezogen wird. Da hier das Permeat der zweiten Membraneinheit sozusagen im Kreislauf geführt wird, muss die Dimension der Anlage und aller nötigen Teile (Kompressoren, Leitungen, Membraneinheiten, Kälteabscheider, Schwefelfeinabscheider etc.) entsprechend dem Volumsstrom des im Kreislauf geführten Permeats der ersten Membraneinheit vergrößert werden. Bei einem angenommenen Volumsstrom an Feedgas von 100 m³/h und Beimischung von 80 m³/h an Permeat der zweiten Membraneinheit zu diesem Feedgas ergibt sich vor dem Kompressor ein Gesamtvolumsstrom von 180 m³/h, gemäß welchem die Anlage zu dimensionieren ist. Vorteil dieses Verfahrens ist, dass eine höhere Ausbeute an Produktgas erzielt werden kann, auch können aufgrund der zweistufigen Ausführung weniger selektive Membranen eingesetzt werden, nachteilig ist dabei die um den Faktor 1,2 bis 2,5 nötige übergroße Auslegung der Anlage und ein aufgrund der Rückführung erhöhter Energiebedarf.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Auftrennung eines Gasgemisches in Produktgas und Offgas mittels Gaspermeation zur Verfügung zu stellen, welches eine erhöhte Produktgas-Ausbeute und/oder einen effizienteren Energieeinsatz ermöglicht.

Die Erfindung geht dabei von einer Vorrichtung zur Auftrennung eines Gasgemisches in Produktgas und Offgas mittels Gaspermeation mit mindestens zwei Membraneinheiten (1) und (2) und einem der ersten Membraneinheit (1) vorgeschalteten Verdichter (3) aus, welche Membraneinheiten (1) und (2) einen Gaseingang (1a, 2a), einen Retentatausgang (1b, 2b) und einen Permeatausgang (1c, 2c) aufweisen, wobei der Retentatausgang (1b) der ersten Membraneinheit (1) mit dem Gaseingang (2a) der zweiten Membraneinheit (2), der Permeatausgang (2c) der zweiten Membraneinheit (2) ansaugseitig mit dem Verdichter (3) bzw. der in den

Verdichter führenden Gaszufuhr und der Verdichter (3) mit dem Gaseingang (1a) der ersten Membraneinheit (1) leitungsmäßig verbunden ist, Produktgas über Retentatausgang (2b) und Offgas über Permeatausgang (1c) erhalten wird.

Bei einer solchen Vorrichtung ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Permeatausgang (4c) einer vorgeschalteten Membraneinheit (4) mit der Gaszufuhr des Verdichters (3) leitungsmäßig verbunden ist, wobei der Membraneinheit (4) noch mindestens eine weitere Membraneinheit (5) durch leitungsmäßige Verbindung des Retentatausganges (5b) der weiteren Membraneinheit (5) mit dem Gaseingang (4a) der Membraneinheit (4) vorgeschaltet ist und zusätzliches Produktgas über Retentatausgang (4b) und zusätzliches Offgas über Permeatausgang (5c) erhalten wird. Durch eine solche Vorrichtung können die feedseitig ersten beiden Membraneinheiten (5,6) kleiner ausgelegt werden als im Stand der Technik, ein Austausch dieser beiden, erfahrungsgemäß am schnellsten kontaminierten Membraneinheiten ist somit billiger. Die anderen beiden Membraneinheiten (1, 2) haben eine praktisch unbegrenzte Standzeit, da alle Verunreinigungen bereits ausgeschieden wurden. Günstig ist hiebei, wenn der Retentatausgang (4b) der Membraneinheit (4) mit dem Retentatausgang (2b) der Membraneinheit (2) zum gemeinsamen Abzug von Produktgas leitungsmäßig verbunden ist. Die Kombination der beiden Produktgasleitungen bringt dabei anlagentechnische Vorteile, weil nach außen nur eine Produktgasleitung geführt werden muss und beispielsweise zur Qualitätskontrolle nur ein Produktgasstrom analysiert werden muss.

Auch ist günstig, wenn der Permeatausgang (5c) der Membraneinheit (5) mit dem Permeatausgang (1c) der Membraneinheit (1) zum gemeinsamen Abzug von Offgas leitungsmäßig verbunden ist. Auch die Kombination der beiden Offgasleitungen bringt anlagentechnische Vorteile, weil nach außen nur eine Offgasleitung geführt werden muss.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird dem Gaseingang (5a) der Membraneinheit (5) ebenfalls ein Verdichter vorgeschaltet. Durch das Vorsehen eines weiteren Verdichters (etwa wenn das Feedgas nicht unter Druck bereitsteht) ist ein kontinuierlicher Mengenstrom möglich und es wird die erforderliche Druckbeaufschlagung des Feedgases sicher gestellt.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sieht vor, dass die beiden Membraneinheiten (1) und

(2) sowie die beiden Membraneinheiten (4) und (5) jeweils durch eine Membraneinheit (6) bzw. (7) mit einem Gaseingang (6a) bzw. (7a), einem Retentatausgang (6b) bzw. (7b) und zwei Permeatausgängen (6c, 6c') bzw. (7c, 7c') gebildet werden, wobei der Permeatausgang (6c') der Membraneinheit (6) ansaugseitig mit dem Verdichter (3) bzw. der in den Verdichter führenden Gaszufuhr und der Verdichter (3) mit dem Gaseingang (6a) der Membraneinheit (6) leitungsmäßig verbunden ist, Produktgas über Retentatausgang (6b) und Offgas über Permeatausgang (6c) erhalten wird, die Gaszufuhr des Verdichters (3) mit dem Permeatausgang (7c') der vorgeschalteten Membraneinheit (7) leitungsmäßig verbunden ist, und zusätzliches Produktgas über Retentatausgang (7b) sowie zusätzliches Offgas über Permeatausgang (7c) erhalten wird. Durch diese Anordnung ist es möglich, in jeder Membraneinheit mehrere (zumindest zwei) Abtrennstufen vorzusehen und gleichzeitig die Anzahl der leitungsmäßigen Verbindungen und dadurch kostenintensive Investitionen innerhalb der Vorrichtung zu vermindern.

Weiters wird dabei erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Permeaträume der Membraneinheiten (6) und (7) jeweils im Bereich zwischen den Permeatausgängen (6c, 6c') und (7c, 7c') durch eine Wand (6d) und (7d) abgetrennt sind. Die Abtrennung verhindert dabei, dass sich die beiden Permeatströme (welche unterschiedliche Konzentrationen an Offgas und Produktgas aufweisen) wieder miteinander vermischen, bevor sie aus den jeweiligen Permeatausgängen austreten. Zusätzlich wird durch diese Abtrennungen erreicht, dass die Permeaträume in einem beliebigen Verhältnis aufgeteilt werden können und damit die gewünschten Membranflächen den einzelnen Permeaträumen beliebig zugeordnet werden können. Auch eine mehrfache Auftrennung der Permeaträume ist denkbar, wobei durch selektive Kombination der verschiedenen Permeatströme die Zusammensetzung der beiden Offgasströme hinsichtlich ihrer Konzentrationen an Offgas und Produktgas beeinflusst werden kann.

Günstig ist dabei, wenn der Retentatausgang (7b) der Membraneinheit (7) mit dem Retentatausgang (6b) der Membraneinheit (6) zum gemeinsamen Abzug von Produktgas leitungsmäßig verbunden ist. Auch hier bringt die Kombination der beiden Produktgasleitungen anlagentechnische Vorteile, weil nach außen nur eine Produktgasleitung geführt werden muss und beispielsweise zur

Qualitätskontrolle nur ein Produktgasstrom analysiert werden muss.

Vorzugsweise ist dem Gaseingang (7a) der Membraneinheit (7) ebenfalls ein Verdichter vorgeschaltet. Durch das Vorsehen eines weiteren Verdichters (etwa wenn das Feedgas nicht unter Druck bereitsteht) ist ein kontinuierlicher Mengenstrom möglich und es wird die erforderliche Druckbeaufschlagung des Feedgases sichergestellt.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird die genannte Vorrichtung zur Trennung eines hauptsächlich aus CH_4/CO_2 bestehenden Gasgemisches in CH_4 als Produktgas und CO_2 als Offgas eingesetzt.

Noch ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zur Auftrennung eines Gasgemisches in Produktgas und Offgas mittels Gaspermeation, wobei das Retentat einer ersten Membraneinheit (1) als Feedgas einer zweiten Membraneinheit (2) verwendet wird, das Permeat der zweiten Membraneinheit (2) dem druckbeaufschlagten Feedgas der ersten Membraneinheit (1) beigemischt wird, das Retentat der zweiten Membraneinheit (2) als Produktgas und das Permeat der ersten Membraneinheit (1) als Offgas abgezogen wird, wobei erfindungsgemäß vorgesehen ist, dass als Feedgas der ersten Membraneinheit (1) das Permeat einer vorgeschalteten Membraneinheit (4) verwendet wird, für welche das Retentat einer weiteren vorgeschalteten Membraneinheit (5) als Feedgas verwendet wird, wobei das Retentat der Membraneinheit (4) als zusätzliches Produktgas und das Permeat der Membraneinheit (5) als zusätzliches Offgas gewonnen wird.

Günstig ist dabei, wenn das Retentat der Membraneinheiten (2) und (4) gemeinsam als Produktgas abgezogen wird.

Vorzuziehen ist auch, wenn das Permeat der Membraneinheiten (1) und (5) gemeinsam als Offgas abgezogen wird.

Weiters ist günstig, wenn das Feedgas der Membraneinheit (5) ebenfalls druckbeaufschlagt wird.

Vorzugsweise werden als die beiden Membraneinheiten (1) und (2) sowie die beiden Membraneinheiten (4) und (5) jeweils eine Membraneinheit (6) bzw. (7) mit zwei Permeatausgängen (6c, 6c') bzw. (7c, 7c') verwendet, wobei das an Produktgas reichere bzw. an Offgas ärmere der beiden Permeate in der Membraneinheit (6) unter Druckbeaufschlagung im Kreislauf geführt und das an Produktgas reichere bzw. an Offgas ärmere der beiden Permeate der

Membraneinheit (7) als Feedgas für die Membraneinheit (6) verwendet wird, wobei Produktgas als Retentat der Membraneinheiten (6) und (7) sowie Offgas als das andere Permeat der Membraneinheiten (6) und (7) gewonnen wird.

Günstig ist dabei, wenn das Retentat der Membraneinheiten (6) und (7) gemeinsam als Produktgas abgezogen wird.

Vorzugsweise wird das an Offgas reichere bzw. an Produktgas ärmere der beiden Permeate der Membraneinheiten (6) und (7) gemeinsam als Offgas abgezogen.

Weiters ist günstig, wenn das Feedgas der Membraneinheit (7) ebenfalls druckbeaufschlagt wird. Die Vorteile dieser Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens wurden bereits bei der jeweiligen Beschreibung der zugehörigen Vorrichtung erläutert.

Gemäß einem letzten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird das erfindungsgemäße Verfahren zur Trennung eines hauptsächlich aus CH_4/CO_2 bestehenden Gasgemisches in CH_4 als Produktgas und CO_2 als Offgas verwendet.

Die vorliegende Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren näher erklärt. Dabei zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit zwei Membraneinheiten (1) und (2), einem der ersten Membraneinheit (1) vorgeschalteten Kompressor bzw. Verdichter (3) und zwei weiteren Membraneinheiten (4) und (5),

Fig. 2 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit zwei Membraneinheiten (6 und 7), einem der Membraneinheit (6) vorgeschalteten Kompressor (3), wobei jede Membraneinheit zwei Permeatausgänge aufweist;

Fig. 3 eine Volumenstrombilanz der Vorrichtung gemäß Fig. 1; sowie

Fig. 4 und 5 Volumenstrombilanzen von Vorrichtungen gemäß dem Stand der Technik.

Alle Membraneinheiten weisen einen Gaseingang (1a, 2a, 4a, 5a), einen Retentatausgang (1b, 2b, 4b, 5b) und einen Permeatausgang (1c, 2c, 4c, 5c) auf, wobei der Retentatausgang (1b) der ersten Membraneinheit (1) mit dem Gaseingang (2a) der zweiten Membraneinheit (2) verbunden ist. Da Produktgas hier als Retentat gewonnen wird, bedeutet dies, dass von der Membraneinheit (1) Produktgas zur weiteren Reinigung als Feedgas in die Membraneinheit (2) verbracht wird. In der Membraneinheit (2) anfal-

lendes Offgas wird dann über der Permeatausgang (2c) dem Verdichter (3) bzw. der in den Verdichter führenden Gaszufuhr ansaugseitig zugeführt, sodass über Verdichter (3), Gaseingang (1a), Retentatausgang (1b), Gaseingang (2a) und Permeatausgang (2c) in der zweiten Membraneinheit (2) abgetrenntes Offgas im Kreislauf geführt wird. Dadurch erhöht sich zwar der Massenstrom in den Membraneinheiten (1) und (2), im Unterschied zum Stand der Technik wird aber der Verdichter (3) mit Permeat aus dem Permeatausgang (4c) einer vorgeschalteten Membraneinheit (4) gespeist, wobei der Membraneinheit (4) noch mindestens eine weitere Membraneinheit (5) derart vorgeschaltet ist, dass der Retentatausgang (5b) mit dem Gaseingang (4a) verbunden ist. Produktgas wird dabei über die Retentatausgänge (2b) und (4b) gesammelt und abgeführt, Offgas über die Permeatausgänge (1c) und (5c).

Bei Betrachtung der Volumenstrombilanz einer derartigen erfindungsgemäßen Ausführungsform (Fig. 3) fällt auf, dass bei einem angenommenen Eingangsstrom von $100 \text{ m}^3/\text{h}$ insgesamt $60 \text{ m}^3/\text{h}$ Produktgas und $40 \text{ m}^3/\text{h}$ Offgas gewonnen werden können, während bei den Verfahren des Standes der Technik $60 \text{ m}^3/\text{h}$ Produktgas und $40 \text{ m}^3/\text{h}$ Offgas (Fig. 4) bzw. $55 \text{ m}^3/\text{h}$ Produktgas und $45 \text{ m}^3/\text{h}$ Offgas (Fig. 5) anfallen. Im Vergleich mit dem Stand der Technik gemäß Fig. 4 bedeutet dies weiters, dass beim erfindungsgemäßen Verfahren die Membraneinheiten (5) und (4) auf einen Produktstrom von $100 \text{ m}^3/\text{h}$ bzw. $80 \text{ m}^3/\text{h}$ ausgelegt werden können, während die Membraneinheiten (1) und (2) überhaupt nur für $50 \text{ m}^3/\text{h}$ bzw. $30 \text{ m}^3/\text{h}$ dimensioniert sein müssen. Demgegenüber müssen die Membraneinheiten (sowie alle anderen nicht gezeigten Anlageteile, wie Leitungen, Membraneinheiten, Kälteabscheider, Schwefelfeinabscheider etc.) in Fig. 4 für $180 \text{ m}^3/\text{h}$ bzw. $140 \text{ m}^3/\text{h}$ dimensioniert sein. Es ist also klar ersichtlich, dass durch die Vorschaltung von mindestens zwei Membraneinheiten das Verfahren des Standes der Technik in wesentlich kleineren Dimensionen und gleichen Ausbeuten durchgeführt werden kann.

In Fig. 2 wird eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform gezeigt, wobei die beiden Membraneinheiten (1) und (2) durch eine Membraneinheit (6) bzw. (7) mit zwei Permeatauslässen (6c, 6c') bzw. (7c, 7c') ersetzt wurde. Die Membraneinheiten (6, 7) weisen darüber hinaus je einen Gaseingang (6a, 7a), einen Retentatausgang (6b, 7b) und gegebenenfalls eine Trennwand (6d, 7d)

im Permeatraum auf, um die Permeatströme unterschiedlicher Konzentration zu trennen.

P a t e n t a n s p r ü c h e:

1. Vorrichtung zur Auftrennung eines Gasgemisches in Produktgas und Offgas mittels Gaspermeation mit mindestens zwei Membraneinheiten (1) und (2) und einem der ersten Membraneinheit (1) vorgeschalteten Verdichter (3), welche Membraneinheiten (1) und (2) einen Gaseingang (1a, 2a), einen Retentatausgang (1b, 2b) und einen Permeatausgang (1c, 2c) aufweisen, wobei der Retentatausgang (1b) der ersten Membraneinheit (1) mit dem Gaseingang (2a) der zweiten Membraneinheit (2), der Permeatausgang (2c) der zweiten Membraneinheit (2) ansaugseitig mit dem Verdichter (3) bzw. der in den Verdichter führenden Gaszufuhr und der Verdichter (3) mit dem Gaseingang (1a) der ersten Membraneinheit (1) leitungsmäßig verbunden ist, Produktgas über Permeatausgang (2b) und Offgas über Retentatausgang (1c) erhalten wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Permeatausgang (4c) einer vorgeschalteten Membraneinheit (4) mit der Gaszufuhr des Verdichters (3) leitungsmäßig verbunden ist, wobei der Membraneinheit (4) noch mindestens eine weitere Membraneinheit (5) durch leitungsmäßige Verbindung des Retentatausganges (5b) der weiteren Membraneinheit (5) mit dem Gaseingang (4a) der Membraneinheit (4) vorgeschaltet ist und zusätzliches Produktgas über Retentatausgang (4b) und zusätzliches Offgas über Permeatausgang (5c) erhalten wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Retentatausgang (4b) der Membraneinheit (4) mit dem Retentatausgang (2b) der Membraneinheit (2) zum gemeinsamen Abzug von Produktgas leitungsmäßig verbunden ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Permeatausgang (5c) der Membraneinheit (5) mit dem Permeatausgang (1c) der Membraneinheit (1) zum gemeinsamen Abzug von Offgas leitungsmäßig verbunden ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass dem Gaseingang (5a) der Membraneinheit (5) ebenfalls ein Verdichter vorgeschaltet ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

die beiden Membraneinheiten (1) und (2) sowie die beiden Membraneinheiten (4) und (5) jeweils durch eine Membraneinheit (6) bzw. (7) mit einem Gaseingang (6a) bzw. (7a), einem Retentatausgang (6b) bzw. (7b) und zwei Permeatausgängen (6c, 6c') bzw. (7c, 7c') gebildet werden, wobei der Permeatausgang (6c') der Membraneinheit (6) ansaugseitig mit dem Verdichter (3) bzw. der in den Verdichter führenden Gaszufuhr und der Verdichter (3) mit dem Gaseingang (6a) der Membraneinheit (6) leitungsmäßig verbunden ist, Produktgas über Retentatausgang (6b) und Offgas über Permeatausgang (6c) erhalten wird, die Gaszufuhr des Verdichters (3) mit dem Permeatausgang (7c') der vorgeschalteten Membraneinheit (7) leitungsmäßig verbunden ist, und zusätzliches Produktgas über Retentatausgang (7b) sowie zusätzliches Offgas über Permeatausgang (7c) erhalten wird.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Permeaträume der Membraneinheiten (6) und (7) jeweils im Bereich zwischen den Permeatausgängen (6c, 6c') und (7c, 7c') durch eine Wand (6d) und (7d) abgetrennt sind.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Retentatausgang (7b) der Membraneinheit (7) mit dem Retentatausgang (6b) der Membraneinheit (6) zum gemeinsamen Abzug von Produktgas leitungsmäßig verbunden ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Permeatausgang (7c) der Membraneinheit (7) mit dem Permeatausgang (6c) der Membraneinheit (6) zum gemeinsamen Abzug von Offgas leitungsmäßig verbunden ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass dem Gaseingang (7a) der Membraneinheit (7) ebenfalls ein Verdichter vorgeschaltet ist.

10. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 zur Trennung eines hauptsächlich aus CH₄/CO₂ bestehenden Gasgemisches in CH₄ als Produktgas und CO₂ als Offgas.

11. Verfahren zur Auftrennung eines Gasgemisches in Produktgas und Offgas mittels Gaspermeation, wobei das Retentat einer ers-

ten Membraneinheit (1) als Feedgas einer zweiten Membraneinheit (2) verwendet wird, das Permeat der zweiten Membraneinheit (2) dem druckbeaufschlagten Feedgas der ersten Membraneinheit (1) beigemischt wird, das Retentat der zweiten Membraneinheit (2) als Produktgas und das Permeat der ersten Membraneinheit (1) als Offgas abgezogen wird, dadurch gekennzeichnet, dass als Feedgas der ersten Membraneinheit (1) das Permeat einer vorgeschalteten Membraneinheit (4) verwendet wird, für welche das Retentat einer weiteren vorgeschalteten Membraneinheit (5) als Feedgas verwendet wird, wobei das Retentat der Membraneinheit (4) als zusätzliches Produktgas und das Permeat der Membraneinheit (5) als zusätzliches Offgas gewonnen wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Retentat der Membraneinheiten (2) und (4) gemeinsam als Produktgas abgezogen wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Permeat der Membraneinheiten (1) und (5) gemeinsam als Offgas abgezogen wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Feedgas der Membraneinheit (5) ebenfalls druckbeaufschlagt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass als die beiden Membraneinheiten (1) und (2) sowie die beiden Membraneinheiten (4) und (5) jeweils eine Membraneinheit (6) bzw. (7) mit zwei Permeatausgängen (6c, 6c') bzw. (7c, 7c') verwendet wird, wobei das an Produktgas reichere bzw. an Offgas ärmere der beiden Permeate in der Membraneinheit (6) unter Druckbeaufschlagung im Kreislauf geführt und das an Produktgas reichere bzw. an Offgas ärmere der beiden Permeate der Membraneinheit (7) als Feedgas für die Membraneinheit (6) verwendet wird, wobei Produktgas als Retentat der Membraneinheiten (6) und (7) sowie Offgas als das andere Permeat der Membraneinheiten (6) und (7) gewonnen wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Retentat der Membraneinheiten (6) und (7) gemeinsam als Produkt-

gas abgezogen wird.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass das an Offgas reichere bzw. an Produktgas ärmere der beiden Permeate der Membraneinheiten (6) und (7) gemeinsam als Offgas abgezogen wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Feedgas der Membraneinheit (7) ebenfalls druckbeaufschlagt wird.

Fig. 1

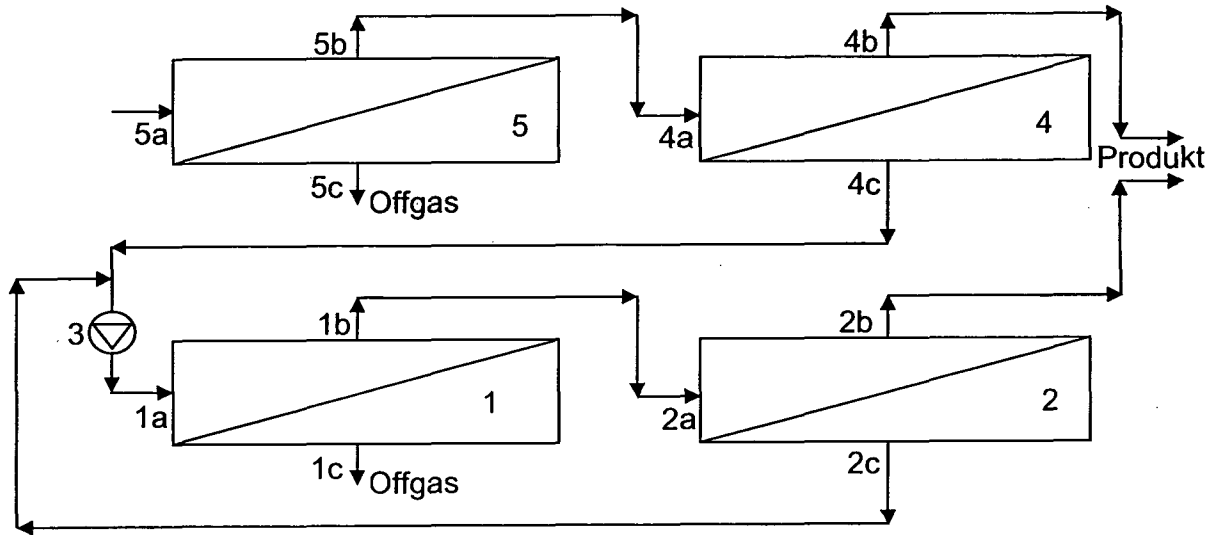


Fig. 2

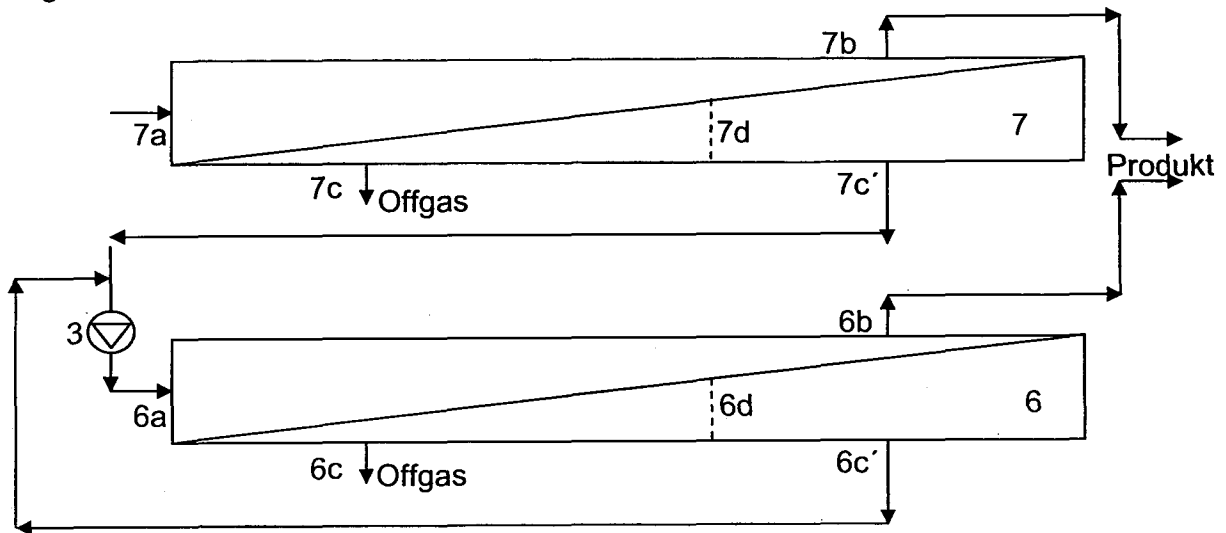


Fig. 3

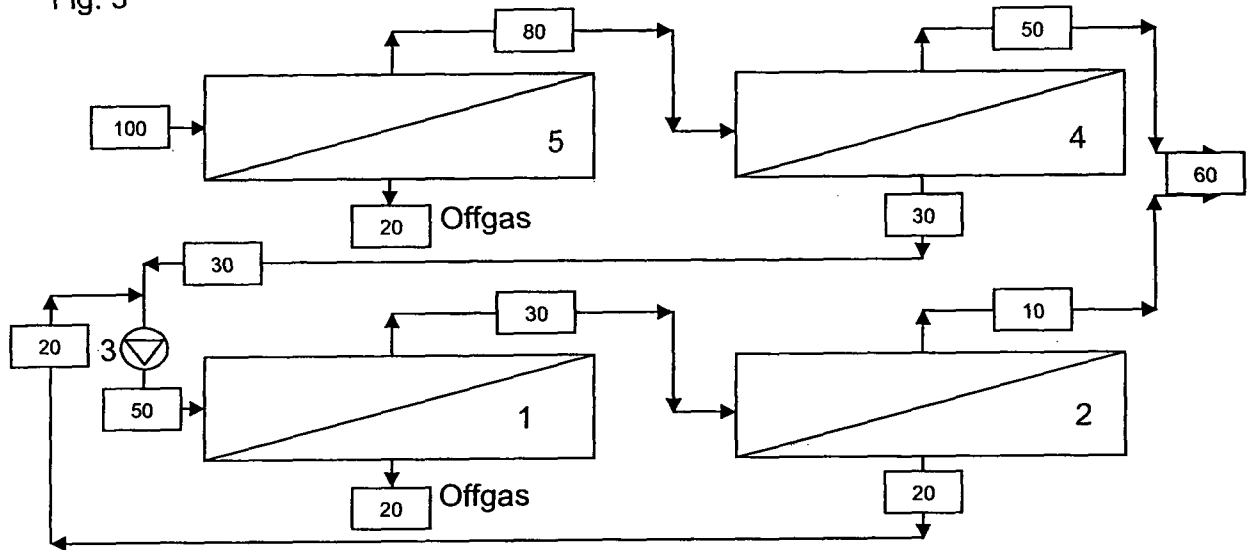


Fig. 4 (Vergleich)

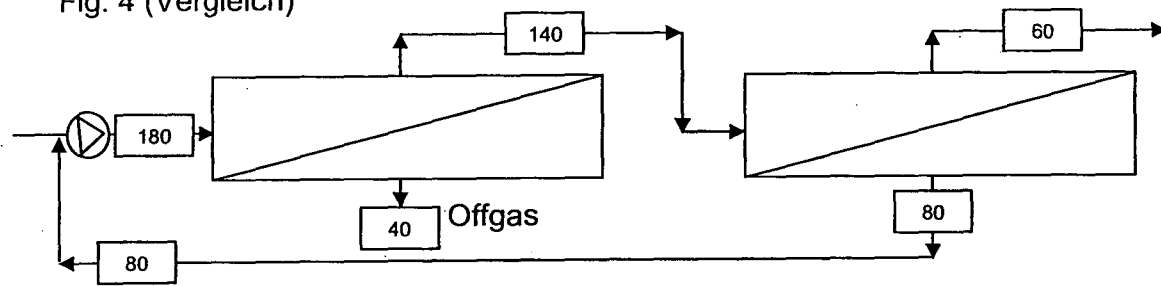
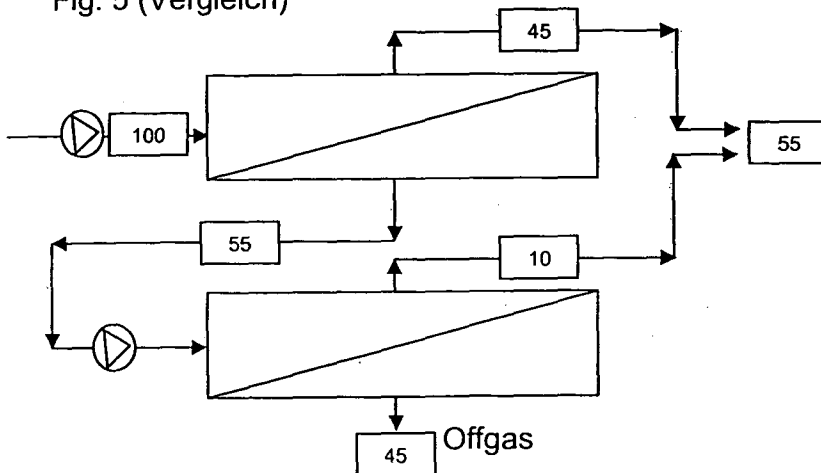


Fig. 5 (Vergleich)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/AT2010/000117

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B01D53/22 C10L3/10
 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 C10L

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 practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 130 403 A (COOLEY T E ET AL) 19 December 1978 (1978-12-19)	1-3,7,8, 10-13, 16,17
Y	column 7; figure 1	4-6,9, 14,15,18
X	AGRAWAL R ET AL: "Gas separation membrane cascades II. Two-compressor cascades" JOURNAL OF MEMBRANE SCIENCE, ELSEVIER SCIENTIFIC PUBL.COMPANY. AMSTERDAM, NL LNKD- DOI:10.1016/0376-7388(95)00273-1, vol. 112, no. 2, 17 April 1996 (1996-04-17), pages 129-146, XP004041673 ISSN: 0376-7388	1,2,4,7, 9,11,12, 14,16,18
Y	pages 144, 145; figures 6a, 6d	4,9,14, 18
	----- -/--	

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 document 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

10 August 2010

Date of mailing of the international search report

18/08/2010

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

Bergt, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/AT2010/000117

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 917 305 A1 (AREVA NP SOC PAR ACTIONS SIMPL [FR]; CENTRE NAT RECH SCIENT [FR]) 19 December 2008 (2008-12-19) figures 4, 5	1-4,7-9, 11-14, 16-18
Y	US 3 208 197 A (EUGEN SIMON FRANZ ET AL) 28 September 1965 (1965-09-28) column 4; figure 5	5,6,15
Y	WO 99/06137 A1 (DIJK CHRISTIAAN P VAN [US]) 11 February 1999 (1999-02-11) figure 3	5,6,15
A	US 5 064 446 A (KUSUKI YOSHIHIRO [JP] ET AL) 12 November 1991 (1991-11-12) figure 4	1,11
A	EP 0 110 858 A1 (MONSANTO CO [US]) 13 June 1984 (1984-06-13) figure 3	1,11
A	DE 10 2004 007548 A1 (BASF AG [DE]) 1 September 2005 (2005-09-01) figure 1	1,11
A	EP 0 329 962 A2 (GEESTHACHT GKSS FORSCHUNG [DE]) 30 August 1989 (1989-08-30) figure 4	1,11
A	US 5 032 148 A (BAKER RICHARD W [US] ET AL) 16 July 1991 (1991-07-16) figures 3,5	3,8,13, 17
A	GB 2 005 152 A (RAVIER P M H) 19 April 1979 (1979-04-19) figure 2	3,8,13, 17
A	US 6 572 678 B1 (WIJMANS JOHANNES GERARD [US] ET AL) 3 June 2003 (2003-06-03) figure 4	1,11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/AT2010/000117

Patent document cited in search report	Publication date	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4130403	A	19-12-1978	CA 1080133 A1	24-06-1980
FR 2917305	A1	19-12-2008	EP 2173465 A1 WO 2009004208 A1	14-04-2010 08-01-2009
US 3208197	A	28-09-1965	NONE	
WO 9906137	A1	11-02-1999	AU 8666698 A	22-02-1999
US 5064446	A	12-11-1991	JP 1818886 C JP 5027445 B JP 63296820 A	27-01-1994 21-04-1993 02-12-1988
EP 0110858	A1	13-06-1984	AU 2009083 A NO 833716 A	19-04-1984 16-04-1984
DE 102004007548	A1	01-09-2005	WO 2005079960 A1	01-09-2005
EP 0329962	A2	30-08-1989	AT 106267 T CA 1335491 C CN 1035625 A DE 3806107 A1 DK 85789 A ES 2056964 T3 JP 2021920 A US 4994094 A	15-06-1994 09-05-1995 20-09-1989 31-08-1989 27-08-1989 16-10-1994 24-01-1990 19-02-1991
US 5032148	A	16-07-1991	NONE	
GB 2005152	A	19-04-1979	DE 2841760 A1 FR 2403819 A1	05-04-1979 20-04-1979
US 6572678	B1	03-06-2003	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2010/000117

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B01D53/22 C10L3/10 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B01D C10L		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 130 403 A (COOLEY T E ET AL) 19. Dezember 1978 (1978-12-19)	1-3,7;8, 10-13, 16,17
Y	Spalte 7; Abbildung 1	4-6,9, 14,15,18
X	AGRAWAL R ET AL: "Gas separation membrane cascades II. Two-compressor cascades" JOURNAL OF MEMBRANE SCIENCE, ELSEVIER SCIENTIFIC PUBL. COMPANY, AMSTERDAM, NL LNKD- DOI:10.1016/0376-7388(95)00273-1, Bd. 112, Nr. 2, 17. April 1996 (1996-04-17), Seiten 129-146, XP004041673 ISSN: 0376-7388	1,2,4,7, 9,11,12, 14,16,18
Y	Seiten 144, 145; Abbildungen 6a, 6d	4,9,14, 18
----- -/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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" älteres Dokument, 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 anderen 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 10. August 2010		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 18/08/2010
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 Bergt, Thomas

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 2 917 305 A1 (AREVA NP SOC PAR ACTIONS SIMPL [FR]; CENTRE NAT RECH SCIENT [FR]) 19. Dezember 2008 (2008-12-19) Abbildungen 4, 5 -----	1-4,7-9, 11-14, 16-18
Y	US 3 208 197 A (EUGEN SIMON FRANZ ET AL) 28. September 1965 (1965-09-28) Spalte 4; Abbildung 5 -----	5,6,15
Y	WO 99/06137 A1 (DIJK CHRISTIAAN P VAN [US]) 11. Februar 1999 (1999-02-11) Abbildung 3 -----	5,6,15
A	US 5 064 446 A (KUSUKI YOSHIHIRO [JP] ET AL) 12. November 1991 (1991-11-12) Abbildung 4 -----	1,11
A	EP 0 110 858 A1 (MONSANTO CO [US]) 13. Juni 1984 (1984-06-13) Abbildung 3 -----	1,11
A	DE 10 2004 007548 A1 (BASF AG [DE]) 1. September 2005 (2005-09-01) Abbildung 1 -----	1,11
A	EP 0 329 962 A2 (GEESTHACHT GKSS FORSCHUNG [DE]) 30. August 1989 (1989-08-30) Abbildung 4 -----	1,11
A	US 5 032 148 A (BAKER RICHARD W [US] ET AL) 16. Juli 1991 (1991-07-16) Abbildungen 3,5 -----	3,8,13, 17
A	GB 2 005 152 A (RAVIER P M H) 19. April 1979 (1979-04-19) Abbildung 2 -----	3,8,13, 17
A	US 6 572 678 B1 (WIJMANS JOHANNES GERARD [US] ET AL) 3. Juni 2003 (2003-06-03) Abbildung 4 -----	1,11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2010/000117

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4130403	A	19-12-1978	CA 1080133 A1	24-06-1980
FR 2917305	A1	19-12-2008	EP 2173465 A1 WO 2009004208 A1	14-04-2010 08-01-2009
US 3208197	A	28-09-1965	KEINE	
WO 9906137	A1	11-02-1999	AU 8666698 A	22-02-1999
US 5064446	A	12-11-1991	JP 1818886 C JP 5027445 B JP 63296820 A	27-01-1994 21-04-1993 02-12-1988
EP 0110858	A1	13-06-1984	AU 2009083 A NO 833716 A	19-04-1984 16-04-1984
DE 102004007548	A1	01-09-2005	WO 2005079960 A1	01-09-2005
EP 0329962	A2	30-08-1989	AT 106267 T CA 1335491 C CN 1035625 A DE 3806107 A1 DK 85789 A ES 2056964 T3 JP 2021920 A US 4994094 A	15-06-1994 09-05-1995 20-09-1989 31-08-1989 27-08-1989 16-10-1994 24-01-1990 19-02-1991
US 5032148	A	16-07-1991	KEINE	
GB 2005152	A	19-04-1979	DE 2841760 A1 FR 2403819 A1	05-04-1979 20-04-1979
US 6572678	B1	03-06-2003	KEINE	