

(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
21. Juni 2012 (21.06.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/080277 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F04B 37/20 (2006.01) *B01D 53/75* (2006.01)
F04F 1/06 (2006.01) *C07B 63/00* (2006.01)
B01D 53/04 (2006.01) *F17C 5/00* (2006.01)
B01D 53/047 (2006.01) *F17C 5/02* (2006.01)
B01D 53/14 (2006.01) *C07C 381/12* (2006.01)
B01D 53/74 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/072649

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Dezember 2011 (13.12.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10194703.4 13. Dezember 2010 (13.12.2010) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): LANXESS Deutschland GmbH [DE/DE];
51369 Leverkusen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HEUER, Lutz
[DE/DE]; Am Krausberg 31, 41542 Dormagen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: LANXESS Deutschland
GmbH; LIP-IPR, Gebäude Q18, 51369 Leverkusen (DE).

(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, QA, RO, RS, RU, RW,
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, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: COMPRESSOR AND METHOD FOR COMPRESSING TECHNICAL GASES

(54) Bezeichnung : VERDICHTER UND VERFAHREN ZUM VERDICHTEN TECHNISCHER GASE

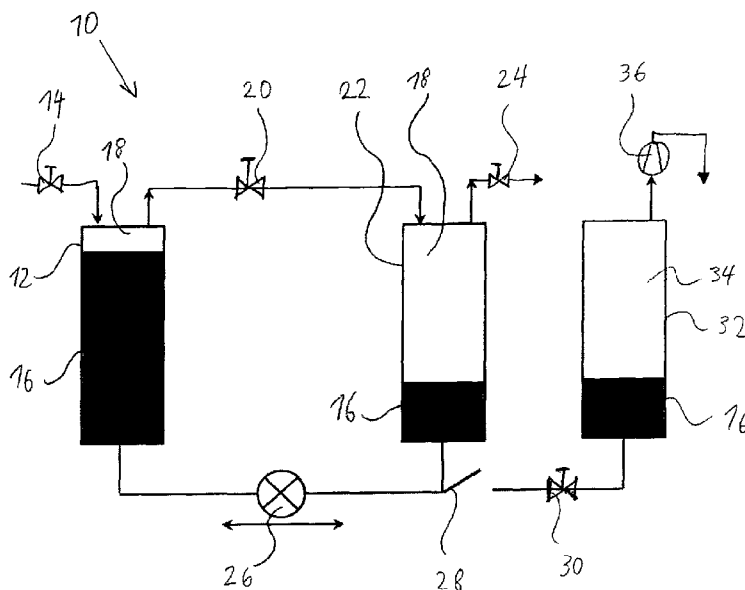


Fig. 1

prevented or at least considerably reduced. The compressor (10) and the method are thereby made less sensitive to impurities in the technical gases to be compressed.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/080277 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Verdichter (10) und ein Verfahren, bei dem der Verdichter (10) zum insbesondere isothermen Verdichten technischer Gase einen Verdichtungszyylinder (12), in den ein Verunreinigungen aufweisendes technisches Gas einleitbar ist, und eine mit einer Kompressorpumpe (26) in den Verdichtungszyylinder (12) einleitbare Verdrängerflüssigkeit (16) aufweist, wobei die Verdrängerflüssigkeit (16) für mindestens eine Verunreinigung des technischen Gases eine höhere Löslichkeit als für eine Hauptkomponente des technischen Gases aufweist, Erfindungsgemäß ist ein Entspannungsraum (32) zur Desorption der Verunreinigung aus zumindest einen Teil der Verdrängerflüssigkeit (16) vorgesehen, wobei eine Purge-Pumpe (36) zur Abfuhr von in die Gasphase (34) übergegangener Verunreinigungen mit dem Entspannungsraum (32) verbunden ist. Durch den für den Verdichter (10) zusätzlichen zu dem Verdichtungszyylinder (12) vorgesehenen und von dem Verdichtungszyylinder (12) getrennten Entspannungsraum (32) können die von der Verdrängerflüssigkeit (16) absorbierten Verunreinigungen in einer kontrollierten Atmosphäre wieder abgetrennt werden, so dass eine Alterung der Verdrängerflüssigkeit (16) durch eine fortschreitende Kontamination mit absorbierten Verunreinigungen vermieden oder zumindest deutlich reduziert werden kann. Der Verdichter (10) und das Verfahren sind dadurch unempfindlicher gegen Verunreinigungen der zu verdichtenden technischen Gase.

Verdichter und Verfahren zum Verdichten technischer Gase

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Verdichter und ein Verfahren, mit deren Hilfe ein insbesondere im Wesentlichen isothermes Verdichten technischer Gase erfolgen kann.

- 5 Um Gase im Wesentlichen isotherm zu verdichten, ist es bekannt bei einem Verdichter das in einen Verdichtungszyylinder eingeleitete Gas nicht mit einem Kolben sondern mit einer Verdrängerflüssigkeit zu komprimieren, so dass die bei Komprimierung des Gases entstehende Wärme von der Verdrängerflüssigkeit aufgenommen und innerhalb der Verdrängerflüssigkeit vom Gas weggeleitet werden kann. Die im industriellen Maßstab verwendeten technischen Gase sind jedoch häufig Gase, die in Kreislaufströmen chemischer
- 10 Prozesse rückgewonnen wurden und aufgrund von sich einstellenden chemischen Gleichgewichten mit insbesondere gasförmigen Verunreinigungen beladen sind. Ein typisches technisches Gas weist deswegen neben einer gewünschten Hauptkomponente eine oder mehrere insbesondere gasförmige Verunreinigungen auf. Diese Verunreinigungen können von der Verdrängerflüssigkeit absorbiert werden, so dass die Verdrängerflüssigkeit
- 15 aufgrund dieser Kontamination seine chemischen und physikalischen Eigenschaften verändern kann und nach einer bestimmten Alterung ausgetauscht werden muss. Um den Austausch der Verdrängerflüssigkeit zu vermeiden oder zumindest zu verzögern, ist es erforderlich das technische Gas vor dem Verdichten einer Gaswäsche zu unterziehen, die jedoch kostenintensiv und nur unzureichend effektiv ist.
- 20 Es ist die Aufgabe der Erfindung einen Verdichter und ein Verfahren zum insbesondere isothermen Verdichten technischer Gase zu schaffen, die unempfindlicher gegen Verunreinigungen der zu verdichtenden technischen Gase sind.

- Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch einen Verdichter zum insbesondere isothermen Verdichten technischer Gase, mit einem Verdichtungszyylinder, in den ein
- 25 Verunreinigungen aufweisendes technisches Gas einleitbar ist, und einem mit einer Kompressorpumpe in den Verdichtungszyylinder einleitbaren Verdrängerflüssigkeit, wobei die Verdrängerflüssigkeit für mindestens eine Verunreinigung des technischen Gases eine höhere Löslichkeit als für eine Hauptkomponente des technischen Gases aufweist, wobei ein Entspannungsraum zur Desorption der Verunreinigung aus zumindest einen Teil der
- 30 Verdrängerflüssigkeit vorgesehen ist, wobei eine Purge-Pumpe zur Abfuhr von in die Gasphase übergegangener Verunreinigungen mit dem Entspannungsraum verbunden ist.

Weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum insbesondere isothermen Verdichten technischer Gase, bei dem ein technisches Gas, das eine Hauptkomponente und mindestens eine Verunreinigung aufweist, einem erfindungsgemäßen Verdichter zugeführt wird, das technische Gas von der Verdrängerflüssigkeit komprimiert wird, wobei
5 gleichzeitig zumindest ein Teil der Verunreinigung von der Verdrängerflüssigkeit absorbiert wird und nachfolgend aus zumindest einem Teil der Verdrängerflüssigkeit die absorbierte Verunreinigung in die Gasphase zumindest teilweise desorbiert und abgeführt wird.

Der erfindungsgemäße Verdichter zum insbesondere isothermen Verdichten technischer Gase weist einen Verdichtungszyylinder, in den ein Verunreinigungen aufweisendes technisches Gas einleitbar ist, und eine mit einer Kompressorpumpe in den
10 Verdichtungszyylinder einleitbare Verdrängerflüssigkeit auf, wobei die Verdrängerflüssigkeit für mindestens eine Verunreinigung des technischen Gases eine höhere Löslichkeit als für eine Hauptkomponente des technischen Gases aufweist. Erfindungsgemäß ist ein Entspannungsraum zur Desorption der Verunreinigung aus zumindest einen Teil der
15 Verdrängerflüssigkeit vorgesehen, wobei eine Purge-Pumpe zur Abfuhr von in die Gasphase übergegangener Verunreinigungen mit dem Entspannungsraum verbunden ist.

Durch den für den Verdichter zusätzlichen zu dem Verdichtungszyylinder vorgesehenen und von dem Verdichtungszyylinder getrennten Entspannungsraum können die von der Verdrängerflüssigkeit absorbierten Verunreinigungen in einer kontrollierten Atmosphäre
20 wieder abgetrennt werden, so dass eine Alterung der Verdrängerflüssigkeit durch eine fortschreitende Kontamination mit absorbierten Verunreinigungen vermieden oder zumindest deutlich reduziert werden kann. Der Verdichter ist dadurch unempfindlicher gegen Verunreinigungen der zu verdichtenden technischen Gase, ohne dass eine zusätzlich vorgeschaltete Gaswäsche erforderlich ist. Gleichzeitig kann der Verdichter zusätzlich zu
25 der Funktion des Verdichtens auch die Funktion eines Abtrennen von Verunreinigungen aus dem technischen Gas wahrnehmen, so dass vorzugsweise die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Verdrängerflüssigkeit sogar zum Zwecke der Absorption von Verunreinigungen aus dem technischen Gas ausgewählt sein können. Eine Absorption von Verunreinigungen durch die Verdrängerflüssigkeit soll also nicht vermieden sondern
30 sogar bewusst herbeigeführt werden. Die Desorption der von der Verdrängerflüssigkeit aufgenommenen Verunreinigungen kann hierbei in den Verdichter integriert werden, so dass

beispielsweise der Entspannungsraum mit Hilfe der sowieso vorgesehenen Kompressorpumpe gefüllt und/oder geleert werden kann.

Die Kompressorpumpe kann die Verdrängerflüssigkeit beispielsweise aus einem Reservoir in den Verdichtungszyylinder pumpen, um das vorher angesaugte und/oder eingepumpte
5 technische Gas zu komprimieren. Bei einem hinreichend hohen Füllstand der Verdrängerflüssigkeit in dem Verdichtungszyylinder kann beispielsweise über ein Öffnen eines Auslassventils das komprimierte Gas auf dem höheren Druckniveau den Verdichtungszyylinder verlassen. Hierbei ist es möglich den Verdichtungszyylinder weiter mit der Verdrängerflüssigkeit zu befüllen, so dass die nachströmende Verdrängerflüssigkeit ein
10 entsprechend großes Volumen des komprimierten Gases aus den Verdichtungszyylinder drücken kann. Anschließend kann die Kompressorpumpe ihre Pumprichtung ändern und insbesondere nach einem Schließen des Auslassventils die Verdrängerflüssigkeit aus den Verdichtungszyylinder herauspumpen. Während des Herauspumpens der Verdrängerflüssigkeit kann beispielsweise ein Einlassventil geöffnet werden, so dass mit
15 Hilfe des durch das Herauspumpen der Verdrängerflüssigkeit entstehenden Unterdrucks ein zu komprimierendes technisches Gas in den Verdichtungszyylinder angesaugt werden kann. Insbesondere kann zumindest ein Teil der herausgepumpten Verdrängerflüssigkeit vorzugsweise mit Hilfe der Kompressorpumpe in den Entspannungsraum gepumpt werden, um während der Komprimierung absorbierte Verunreinigung wieder desorbieren zu können.

20 Die Purge-Pumpe kann die in dem Entspannungsraum vorliegende Gasphase mit den desorbierten Verunreinigungen abführen und ein möglichst niedriges Druckniveau innerhalb des Entspannungsraums einstellen. Es ist auch möglich die Verdrängerflüssigkeit mehrere Verdichtungszyklen in dem Entspannungsraum zu lassen, so dass je nach Pumpleistung der Purge-Pumpe ein besonders niedriges Druckniveau erreicht werden kann, das nur
25 geringfügig über dem Dampfdruck der Verdrängerflüssigkeit oder sogar in der Nähe von Vakuum liegt. Für eine nachfolgende Komprimierung kann die Kompressorpumpe zumindest einen Teil der durch die Desorption gereinigten Verdrängerflüssigkeit in den Verdichtungszyylinder pumpen. Durch die zumindest teilweise Reinigung der Verdrängerflüssigkeit ist das Absorptionsvermögen verbessert, so dass eine entsprechend
30 größere Stoffmenge an Verunreinigungen in der Verdrängerflüssigkeit gelöst und über die Desorption abgetrennt werden kann.

Insbesondere ist der Entspannungsraum zur Desorption der Verunreinigungen nur teilweise von der Verdrängerflüssigkeit befüllbar. Dadurch verbleibt in dem Entspannungsraum eine Gasphase, in welche die in der Verdrängerflüssigkeit gelösten Verunreinigungen übertreten können. Gleichzeitig kann ein hohes Druckniveau vermieden werden und mit Hilfe der
5 Purge-Pumpe ein möglichst niedriges Druckniveau innerhalb des Entspannungsraums aufrecht erhalten werden. Insbesondere kann vermieden werden, dass die Purge-Pumpe unbeabsichtigt Verdrängerflüssigkeit aus dem Entspannungsraum austrägt.

Vorzugsweise weist der Entspannungsraum bei eingeleiteter Verdrängerflüssigkeit einen Entspannungsdruck p_E und der Verdichterzylinder im im Wesentlichen entleerten Zustand
10 einen Ansaugdruck p_A auf, wobei der Entspannungsdruck p_E geringer als der Ansaugdruck p_A ist, wobei insbesondere $0,000001 \leq p_E/p_A \leq 0,9$, vorzugsweise $0,0005 \leq p_E/p_A \leq 0,7$, weiter bevorzugt $0,01 \leq p_E/p_A \leq 0,5$ und besonders bevorzugt $0,2 \leq p_E/p_A \leq 0,4$ gilt. Dadurch stellt sich im Entspannungsraum ein vergleichsweise geringer Druck ein, der eine Desorption der absorbierten Verunreinigungen fördert. Gleichzeitig kann im
15 Verdichtungszyylinder ein vergleichsweise hoher Druck vorherrschen, der eine Absorption begünstigt und eine Desorption noch im Verdichtungszyylinder verhindert oder zumindest gering hält.

Besonders bevorzugt weist der Entspannungsraum bei eingeleiteter Verdrängerflüssigkeit einen Entspannungsdruck p_E auf, wobei für den Entspannungsdruck p_E
20 $10 \text{ hPa} \leq p_E \leq 1000 \text{ hPa}$, insbesondere $50 \text{ hPa} \leq p_E \leq 800 \text{ hPa}$, vorzugsweise $100 \text{ hPa} \leq p_E \leq 600 \text{ hPa}$ und besonders bevorzugt $200 \text{ hPa} \leq p_E \leq 400 \text{ hPa}$ gilt. Derartige Drucke lassen sich von der Purge-Pumpe in dem Entspannungsraum vergleichsweise einfach erreichen, wobei sich bei diesen Drucken eine Desorption der Verunreinigungen in einem vergleichsweise großen Ausmaß erreichen lassen.

Insbesondere weist der Entspannungsraum eine Temperatur T_E und der Verdichtungszyylinder eine Verdichtertemperatur T_V auf, wobei $1 \text{ K} \leq (T_E - T_V) \leq 100 \text{ K}$, insbesondere $5 \text{ K} \leq (T_E - T_V) \leq 50 \text{ K}$ und vorzugsweise $10 \text{ K} \leq (T_E - T_V) \leq 30 \text{ K}$ gilt. Derartige Temperaturdifferenzen fördern die Absorption der Verunreinigungen innerhalb des Verdichtungszyinders und die Desorption der Verunreinigungen in dem
30 Entspannungsraum. Gleichzeitig sind derartige Temperaturdifferenzen vergleichsweise gut handhabbar, um für die Verdrängerflüssigkeit eine definierte Temperatur einzustellen. Insbesondere wenn eine im Wesentlichen isotherme Verdichtung erreicht werden soll, kann

mit Hilfe eines Wärmetauschers die durch die aufgenommene Verdichtungswärme erwärmte Verdrängerflüssigkeit gekühlt werden, wobei ein Teil dieser abgeführten Wärme beispielsweise dem Entspannungsraum zugeführt werden kann. Ferner kann die erwärmte Verdrängerflüssigkeit aus dem Entspannungsraum ebenfalls der kühlenden Seite des selben

5 Wärmetauschers zugeführt werden.

Vorzugsweise ist die Purge-Pumpe als Vakuumpumpe ausgestaltet. Dies ermöglicht es ein besonders niedriges Druckniveau innerhalb des Entspannungsraums einzustellen. Ferner ist es möglich besonders viele Moleküle der desorbierten Verunreinigungen über die Purge-Pumpe auszutragen. Aufgrund der besonderen Bauart der Vakuumpumpe kann eine

10 Rückströmung zurück in den Entspannungsraum vermieden werden, so dass eine unbeabsichtigte Druckerhöhung innerhalb des Entspannungsraums durch Leckageströmungen vermieden werden kann.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist mindestens ein Zusatzzylinder zur stufenweisen Verdichtung des technischen Gases vorgesehen, wobei die Kompressorpumpe derart mit

15 dem Verdichtungszyylinder, dem Zusatzzylinder und dem Entspannungsraum verbunden ist, dass bei einem Entleeren des Verdichtungszyylinder mit Hilfe der Kompressorpumpe sowohl der Zusatzzylinder als auch der Entspannungsraum befüllbar ist. Insbesondere sind mehrere Zusatzzylinder in Reihe geschaltet, um durch die stufenweise Verdichtung ein besonders hohes Druckniveau für das komprimierte Gas zu erreichen. Beispielsweise sind drei bis

20 sieben in Reihe geschaltete Zusatzzylinder vorgesehen. Zur Erhöhung des Volumenstroms können pro Stufe auch mehrere Verdichtungszyylinder beziehungsweise Zusatzzylinder parallel geschaltet sein. Insbesondere kann in dem Zusatzzylinder mit Hilfe der Verdrängerflüssigkeit nicht nur eine zusätzliche Verdichtung sondern auch eine zusätzlich Absorption von Verunreinigungen stattfinden. Vorzugsweise weist der Zusatzzylinder ein

25 geringeres Volumen als der Verdichtungszyylinder oder ein vorheriger Zusatzzylinder auf. Dadurch ist es möglich in dem Zusatzzylinder ein geringeres Restvolumen für das komprimierte Gas vorzusehen und/oder ein geringeres Volumen an Verdrängerflüssigkeit einzupumpen, so dass das Differenzvolumen der Verdrängerflüssigkeit in den Entspannungsraum geleitet werden kann. Hierzu ist es möglich mit der selben

30 Kompressorpumpe sowohl den Zusatzzylinder als auch den Entspannungsraum zu befüllen, wobei diese Befüllung gleichzeitig zur Entleerung des Verdichtungszyinders erfolgen kann.

Insbesondere weist die Verdrängerflüssigkeit bei 23°C und 1000 hPa ein Dampfdruck p_v von $p_v \leq 1$ hPa, insbesondere $p_v \leq 0,1$ hPa, vorzugsweise $p_v \leq 0,01$ hPa und besonders bevorzugt $p_v \leq 0,001$ hPa aufweist. Insbesondere liegt der Dampfdruck unterhalb der Messgrenze laborüblicher Messgeräte. Da die Verdrängerflüssigkeit im Wesentlichen
5 keinen Dampfdruck aufweist oder der Dampfdruck vernachlässigbar gering ist, kann ein Verdampfen der Verdrängerflüssigkeit in dem Entspannungsraum vermieden werden. Selbst bei besonders geringen Drucken innerhalb des Entspannungsraums kann ein Verdampfen der Verdrängerflüssigkeit weitgehend vermieden werden, so dass im Wesentlichen nur die absorbierten Verunreinigungen in die Gasphase übertreten.

10 Geeignete Verdrängerflüssigkeiten sind insbesondere ionische Flüssigkeiten. Unter ionischen Flüssigkeiten sind im Sinne der Erfindung Verbindungen zu verstehen, die mindestens ein Kation oder eine kationische Gruppe und mindestens ein Anion oder eine anionische Gruppe aufweisen, insgesamt jedoch ladungsneutral sind, und bei 23°C und 1000 hPa flüssig sind. Ein unbeabsichtigtes Verdampfen der Verdrängerflüssigkeit kann dadurch
15 weitgehend vermieden werden.

Bevorzugte ionische Flüssigkeiten sind solche, die ein organisches Kation und ein organisches Anion aufweisen.

Eine geeignete als Betriebsflüssigkeit bezeichnete Verdrängerflüssigkeit ist beispielsweise in Anspruch 7 von DE 10 2006 014 335 A1 beschrieben, auf dessen Inhalt hiermit als Teil
20 der Erfindung per Referenz verwiesen wird. Vorzugsweise wird als Verdrängerflüssigkeit 1-Butyl-2,3-dimethylimidazoliumbis(trifluoromethylsulfonyl)imid und/oder 1-Butyl-3-ethyl-2-dimethylimidazoliumbis(trifluoromethylsulfonyl)imid verwendet.

Die Verdrängerflüssigkeit weist vorzugsweise eine Viskosität kleiner 1200 mPas bei -10°C und größer 10 mPas bei +100°C auf. In einer bevorzugten Ausführungsform sind der
25 Verdrängerflüssigkeit im Vergleich zur übrigen Verdrängerflüssigkeit leichter verdampfbare Zusatzmittel beispielsweise Wasser und/oder Methan zugemischt, so dass die Verdrängerflüssigkeit durch die Verdampfung der Zusatzmittel gekühlt werden kann.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum insbesondere isothermen Verdichten technischer Gase, bei dem ein technisches Gas, das eine Hauptkomponente und mindestens
30 eine Verunreinigung aufweist, einem Verdichter zugeführt wird, der wie vorstehend beschrieben aus- und weitergebildet sein kann. Zusätzlich wird das technische Gas von der

Verdrängerflüssigkeit komprimiert, wobei gleichzeitig zumindest ein Teil der Verunreinigung von der Verdrängerflüssigkeit absorbiert wird. Nachfolgend wird aus zumindest einem Teil der Verdrängerflüssigkeit die absorbierte Verunreinigung in die Gasphase zumindest teilweise desorbiert und abgeführt. Durch den für den Verdichter
5 zusätzlichen zu dem Verdichtungszyylinder vorgesehenen und von dem Verdichtungszyylinder getrennten Entspannungsraum können die von der Verdrängerflüssigkeit absorbierten Verunreinigungen in einer kontrollierten Atmosphäre wieder abgetrennt werden, so dass eine Alterung der Verdrängerflüssigkeit durch eine fortschreitende Kontamination mit absorbierten Verunreinigungen vermieden oder zumindest deutlich reduziert werden kann.
10 Der Verfahren ist dadurch unempfindlicher gegen Verunreinigungen der zu verdichtenden technischen Gase. Das Verfahren kann insbesondere wie vorstehend anhand des erfindungsgemäßen Verdichters erläutert aus- und weitergebildet sein.

Insbesondere wird bei der Desorption der absorbierten Verunreinigung die Verunreinigung durch eine Druckverringerung und/oder Temperaturerhöhung verdampft. Eine Gaswäsche
15 oder Extraktion ist nicht erforderlich.

Vorzugsweise wird bei einem Entleeren des Verdichtungszyylinder sowohl ein Zusatzzyylinder zur stufenweisen Verdichtung des technischen Gases als auch der Entspannungsraum gleichzeitig mit der entleerten Verdrängerflüssigkeit befüllt. Dies ermöglicht es das Entleeren des Verdichtungszyylinder sowie das Befüllen des
20 Zusatzzyinders und des Entspannungsraums mit einer gemeinsamen Kompressorpumpe durchzuführen. Zusätzliche Pumpen und eine die Arbeitsweise der verschiedenen Pumpen aufeinander abstimrende Steuerlogik sind nicht erforderlich.

Besonders bevorzugt wird der Entspannungsraum zur Desorption der Verunreinigung in die Gasphase nur teilweise befüllt. Dadurch verbleibt in dem Entspannungsraum eine Gasphase,
25 in welche die in der Verdrängerflüssigkeit gelösten Verunreinigungen übertreten können. Gleichzeitig kann ein hohes Druckniveau vermieden werden und mit Hilfe der Purge-Pumpe ein möglichst niedriges Druckniveau innerhalb des Entspannungsraums aufrecht erhalten werden. Insbesondere kann vermieden werden, dass die Purge-Pumpe unbeabsichtigt Verdrängerflüssigkeit aus dem Entspannungsraum austrägt.

30 Insbesondere wird durch nachströmende Verdrängerflüssigkeit die desorbierte Verunreinigung aus dem Entspannungsraum verdrängt. Der Austrag der desorbierten

Verunreinigungen aus dem Entspannungsraum kann dadurch verbessert werden. Insbesondere kann das Restvolumen für die Gasphase verringert werden, wenn die Purge-Pumpe bereits einen definierten besonders niedrigen Druck erreicht hat, so dass der Volumenstrom der Purge-Pumpe und der Wirkungsgrad der Purge-Pumpe verbessert werden kann ohne eine signifikante Absorption der zuvor desorbierten Verunreinigungen in Kauf nehmen zu müssen. Der Volumenstrom der nachströmenden Verdrängerflüssigkeit kann insbesondere an den Volumenstrom und/oder den Druck im Entspannungsraum angepasst werden.

Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegende Zeichnung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels exemplarisch erläutert. Es zeigt:

Fig. 1: ein schematisches Schaltbild eines erfindungsgemäßen Verdichters.

Der in Fig. 1 dargestellte Verdichter 10 weist einen Verdichtungszyylinder 12 auf, der über ein Einlassventil 14 mit einem Verunreinigungen aufweisenden technischen Gas gefüllt werden kann. Anschließend kann das Einlassventil 14 geschlossen werden und eine als ionische Flüssigkeit 16 ausgestaltete Verdrängerflüssigkeit eingefüllt werden, die das technische Gas auf ein Restvolumen 18 komprimiert. Hierbei kann die ionische Flüssigkeit 16 entstehende Verdichtungswärme aufnehmen und Verunreinigungen absorbieren. Bei einem hinreichend hohen Druck kann ein mit dem Verdichtungszyylinder 12 verbundenes Auslassventil 20 geöffnet werden. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel kann das verdichtete Gas in einer weiteren Verdichtungsstufe einem Zusatzzyylinder 22 zugeführt werden, wo das Gas erneut mit Hilfe der ionischen Flüssigkeit 16 auf ein Restvolumen 18 komprimiert werden kann. Nach der erneuten Komprimierung kann das Gas über ein weiteres Auslassventil 24 einem Speicher, einem Verbraucher oder einem weiteren Zusatzzyylinder 22 zugeführt werden.

Mit Hilfe einer Kompressorpumpe 26 kann der Verdichtungszyylinder 22 und/oder der Zusatzzyylinder 22 gefüllt und/oder geleert werden. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist zwischen der Kompressorpumpe 26 und dem Zusatzzyylinder 22 ein Verzweigungsventil 28 vorgesehen, das über ein Drosselventil 30 einen Entspannungsraum 32 anbindet. Die Kompressorpumpe 26 kann die mit absorbierten Verunreinigungen beladene ionische Flüssigkeit 16 in den Entspannungsraum 32 pumpen, wo die ionische Flüssigkeit 16 aufgrund des Drosselventils 30 einem deutlich geringeren Druck ausgesetzt ist. Dadurch

5 können die absorbierten Verunreinigungen innerhalb des Entspannungsraums 32 in die Gasphase 34 übergehen, so dass die Verunreinigungen mit Hilfe einer als Vakuumpumpe 36 ausgestalteten Purge-Pumpe abgetrennt werden können. Nachfolgend kann die im Entspannungsraum 32 gereinigte ionische Flüssigkeit 16 mit Hilfe der Kompressorpumpe 26 aus dem Entspannungsraum 32 herausgepumpt werden und wieder für die Verdichtung im Verdichtungszyylinder 12 und/oder im Zusatzzyylinder 22 verwendet werden, wobei durch die Reinigung der ionischen Flüssigkeit 16 besser Verunreinigungen absorbiert werden können ohne die ionische Flüssigkeit 16 aufgrund von Alterungseffekten und sich verändernden chemischen und/oder physikalischen Eigenschaften austauschen zu müssen.

Ansprüche

1. Verdichter zum insbesondere isothermen Verdichten technischer Gase, mit

einem Verdichtungszyylinder (12), in den ein Verunreinigungen aufweisendes technisches Gas einleitbar ist, und

5 einem mit einer Kompressorpumpe (26) in den Verdichtungszyylinder (12) einleitbaren Verdrängerflüssigkeit (16), wobei die Verdrängerflüssigkeit (16) für mindestens eine Verunreinigung des technischen Gases eine höhere Löslichkeit als für eine Hauptkomponente des technischen Gases aufweist,

wobei ein Entspannungsraum (32) zur Desorption der Verunreinigung aus zumindest
10 einen Teil der Verdrängerflüssigkeit (16) vorgesehen ist, wobei eine Purge-Pumpe (36) zur Abfuhr von in die Gasphase (34) übergegangener Verunreinigungen mit dem Entspannungsraum (32) verbunden ist.
2. Verdichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Entspannungsraum (32) zur Desorption der Verunreinigungen nur teilweise von der
15 Verdrängerflüssigkeit (16) befüllbar ist.
3. Verdichter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Entspannungsraum (32) bei eingeleiteter Verdrängerflüssigkeit (16) einen Entspannungsdruck p_E und der Verdichterzyylinder (12) im Wesentlichen entleerten Zustand einen Ansaugdruck p_A aufweist, wobei der Entspannungsdruck p_E
20 geringer als der Ansaugdruck p_A ist, wobei insbesondere $0,000001 \leq p_E/p_A \leq 0,9$, vorzugsweise $0,0005 \leq p_E/p_A \leq 0,7$, weiter bevorzugt $0,01 \leq p_E/p_A \leq 0,5$ und besonders bevorzugt $0,2 \leq p_E/p_A \leq 0,4$ gilt.
4. Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Entspannungsraum (32) bei eingeleiteter Verdrängerflüssigkeit (16) einen
25 Entspannungsdruck p_E aufweist, wobei für den Entspannungsdruck p_E $10 \text{ hPa} \leq p_E \leq 1000 \text{ hPa}$, insbesondere $50 \text{ hPa} \leq p_E \leq 800 \text{ hPa}$, vorzugsweise $100 \text{ hPa} \leq p_E \leq 600 \text{ hPa}$ und besonders bevorzugt $200 \text{ hPa} \leq p_E \leq 400 \text{ hPa}$ gilt.
5. Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Entspannungsraum (32) eine Temperatur T_E und der Verdichtungszyylinder (12) eine

Verdichtertemperatur T_V aufweist, wobei $1\text{ K} \leq (T_E - T_V) \leq 100\text{ K}$, insbesondere $5\text{ K} \leq (T_E - T_V) \leq 50\text{ K}$ und vorzugsweise $10\text{ K} \leq (T_E - T_V) \leq 30\text{ K}$ gilt.

6. Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Purge-Pumpe als Vakuumpumpe (36) ausgestaltet ist.
- 5 7. Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Zusatzzylinder (22) zur stufenweisen Verdichtung des technischen Gases vorgesehen ist, wobei die Kompressorpumpe (26) derart mit dem Verdichtungszyylinder (12), dem Zusatzzylinder (22) und dem Entspannungsraum (32) verbunden ist, dass bei einem Entleeren des Verdichtungszyylinder (12) mit Hilfe der Kompressorpumpe (26) sowohl der Zusatzzylinder (22) als auch der Entspannungsraum (32) befüllbar ist.
- 10 8. Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdrängerflüssigkeit (16) bei 23°C und 1000 hPa ein Dampfdruck p_V von $p_V \leq 1\text{ hPa}$, insbesondere $p_V \leq 0,1\text{ hPa}$, vorzugsweise $p_V \leq 0,01\text{ hPa}$ und besonders bevorzugt $p_V \leq 0,001\text{ hPa}$ aufweist.
- 15 9. Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdrängerflüssigkeit (16) mindestens eine ionische Flüssigkeit aufweist.
10. Verdichter nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdrängerflüssigkeit (16) 1-Butyl-2,3-dimethylimidazoliumbis(trifluoromethylsulfonyl)imid und/oder 1-Butyl-3-ethyl-2-dimethylimidazoliumbis(trifluoromethylsulfonyl)imid enthält.
- 20 11. Verfahren zum insbesondere isothermen Verdichten technischer Gase, bei dem ein technisches Gas, das eine Hauptkomponente und mindestens eine Verunreinigung aufweist, einem Verdichter (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, zugeführt wird,
- 25 das technische Gas von der Verdrängerflüssigkeit (16) komprimiert wird, wobei gleichzeitig zumindest ein Teil der Verunreinigung von der Verdrängerflüssigkeit (16) absorbiert wird und

nachfolgend aus zumindest einem Teil der Verdrängerflüssigkeit (16) die absorbierte Verunreinigung in die Gasphase (34) zumindest teilweise desorbiert und abgeführt wird.

- 5
12. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem bei der Desorption der absorbierten Verunreinigung die Verunreinigung durch eine Druckverringerung und/oder Temperaturerhöhung verdampft wird.
- 10
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, bei dem bei einem Entleeren des Verdichtungszyinders (12) sowohl ein Zusatzzyinder (22) zur stufenweisen Verdichtung des technischen Gases als auch der Entspannungsraum (32) gleichzeitig mit der entleerten Verdrängerflüssigkeit (16) befüllt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, bei dem der Entspannungsraum (32) zur Desorption der Verunreinigung in die Gasphase (34) nur teilweise befüllt wird.
- 15
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, bei dem durch nachströmende Verdrängerflüssigkeit (16) die desorbierte Verunreinigung aus dem Entspannungsraum (32) verdrängt wird.

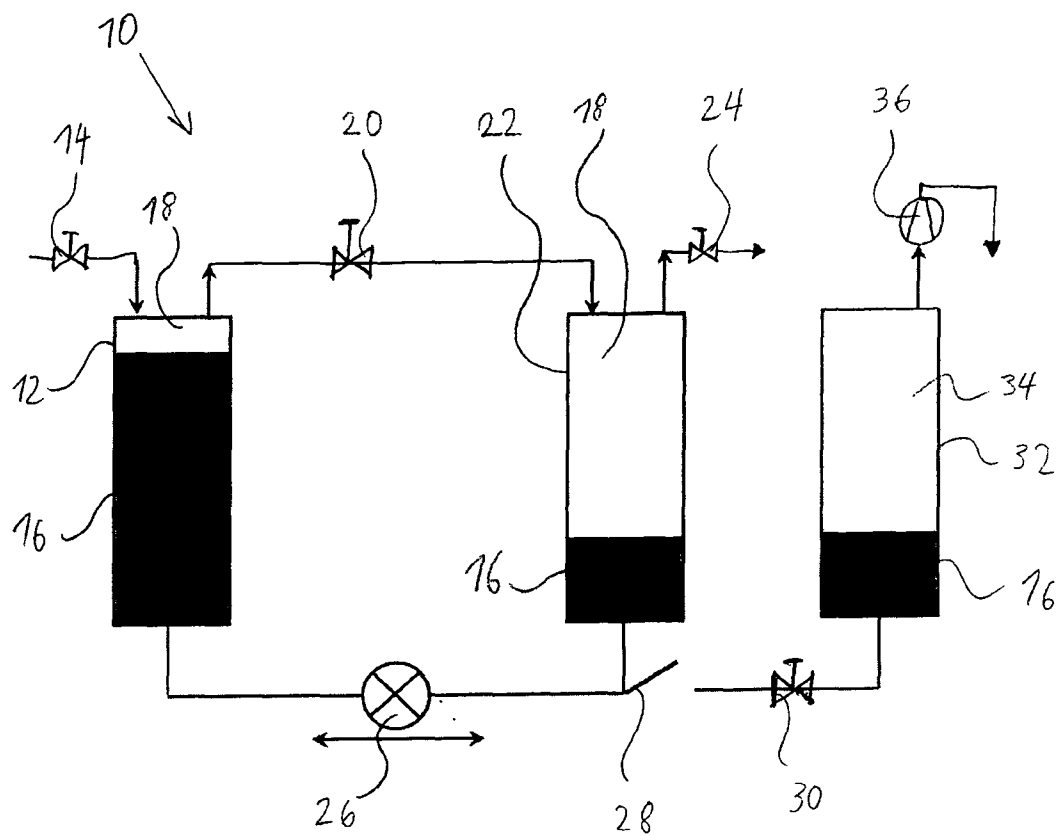


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/072649

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F04B37/20 F04F1/06 B01D53/04 B01D53/047 B01D53/14 B01D53/74 B01D53/75 C07B63/00 F17C5/00 F17C5/02 C07C381/12		
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) F04B F04F B01D C07B F17C C07C		
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 6 156 100 A (FANTOM TECHNOLOGIES, INC. [CA]) 5 December 2000 (2000-12-05)	1-5,8, 11,12, 14,15 6,9,10
Y	column 5, line 25 - line 42 column 6, line 6 - line 44 column 7, line 8 - column 9, line 17 figures 1,2	
Y	----- WO 96/04978 A1 (THE DOW CHEMICAL COMPANY [US]) 22 February 1996 (1996-02-22) page 4, line 21 - line 36 page 7, line 25 - page 8, line 29 figure 1 ----- -/--	6
☒ 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		Date of mailing of the international search report
12 March 2012		26/03/2012
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 Gnüchtel, Frank

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/072649

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Gerhard, Dirk: "Zur Auswahl und Entwicklung ionischer Flüssigkeiten für spezielle Anwendungen der Energieerzeugung, Energiespeicherung und zur Nutzung in energieeffizienten Trenn- und Kompressionsverfahren" In: 21 December 2007 (2007-12-21), Dissertation an der Technischen Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen, XP002662054, page 1 - page 135 Stofftrennungs- und Kompressionseigenschaften. Seiten 66-92	9,10
X	----- EP 0 744 206 A2 (HOECHST AG [DE]) 27 November 1996 (1996-11-27)	1
A	page 2, line 3 - line 57 page 3, line 11 - line 32 figure 1	2-15
A	----- DE 43 27 524 A1 (SILICA VERFAHRENSTECHNIK GMBH [DE]) 16 February 1995 (1995-02-16) column 5, line 39 - column 6, line 13; figure 1	1-15
A	----- EP 1 679 307 A1 (SOLVENT INNOVATION GMBH [DE]) 12 July 2006 (2006-07-12) paragraph [0023] -----	9,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/072649

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6156100 A	05-12-2000	US 6156100 A	05-12-2000
		US 6162283 A	19-12-2000
WO 9604978 A1	22-02-1996	AU 3361995 A	07-03-1996
		WO 9604978 A1	22-02-1996
EP 0744206 A2	27-11-1996	DE 19518797 A1	28-11-1996
		EP 0744206 A2	27-11-1996
		JP 8318121 A	03-12-1996
		US 5871563 A	16-02-1999
DE 4327524 A1	16-02-1995	NONE	
EP 1679307 A1	12-07-2006	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/072649

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F04B37/20 F04F1/06 B01D53/04 B01D53/047 B01D53/14 B01D53/74 B01D53/75 C07B63/00 F17C5/00 F17C5/02 C07C381/12		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F04B F04F B01D C07B F17C C07C		
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 6 156 100 A (FANTOM TECHNOLOGIES, INC. [CA]) 5. Dezember 2000 (2000-12-05)	1-5,8, 11,12, 14,15
Y	Spalte 5, Zeile 25 - Zeile 42 Spalte 6, Zeile 6 - Zeile 44 Spalte 7, Zeile 8 - Spalte 9, Zeile 17 Abbildungen 1,2	6,9,10
Y	WO 96/04978 A1 (THE DOW CHEMICAL COMPANY [US]) 22. Februar 1996 (1996-02-22) Seite 4, Zeile 21 - Zeile 36 Seite 7, Zeile 25 - Seite 8, Zeile 29 Abbildung 1 ----- -/-	6
☒ 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" 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 12. März 2012		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 26/03/2012
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 Gnüchtel, Frank

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	Gerhard, Dirk: "Zur Auswahl und Entwicklung ionischer Flüssigkeiten für spezielle Anwendungen der Energieerzeugung, Energiespeicherung und zur Nutzung in energieeffizienten Trenn- und Kompressionsverfahren" In: 21. Dezember 2007 (2007-12-21), Dissertation an der Technischen Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen, XP002662054, Seite 1 - Seite 135 Stofftrennungs- und Kompressionseigenschaften. Seiten 66-92 -----	9,10
X	EP 0 744 206 A2 (HOECHST AG [DE]) 27. November 1996 (1996-11-27)	1
A	Seite 2, Zeile 3 - Zeile 57 Seite 3, Zeile 11 - Zeile 32 Abbildung 1 -----	2-15
A	DE 43 27 524 A1 (SILICA VERFAHRENSTECHNIK GMBH [DE]) 16. Februar 1995 (1995-02-16) Spalte 5, Zeile 39 - Spalte 6, Zeile 13; Abbildung 1 -----	1-15
A	EP 1 679 307 A1 (SOLVENT INNOVATION GMBH [DE]) 12. Juli 2006 (2006-07-12) Absatz [0023] -----	9,10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/072649

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6156100	A	05-12-2000	US	6156100 A	05-12-2000
			US	6162283 A	19-12-2000

WO 9604978	A1	22-02-1996	AU	3361995 A	07-03-1996
			WO	9604978 A1	22-02-1996

EP 0744206	A2	27-11-1996	DE	19518797 A1	28-11-1996
			EP	0744206 A2	27-11-1996
			JP	8318121 A	03-12-1996
			US	5871563 A	16-02-1999

DE 4327524	A1	16-02-1995	KEINE		

EP 1679307	A1	12-07-2006	KEINE		
