



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 077 356 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.02.2001 Patentblatt 2001/08

(51) Int Cl.7: **F25J 3/00**

(21) Anmeldenummer: **99117878.1**

(22) Anmeldetag: **10.09.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Rohde, Wilhelm**
81476 München (DE)

(74) Vertreter: **Obermüller, Bernhard et al**
Linde Aktiengesellschaft
Zentrale Patentabteilung
82049 Höllriegelskreuth (DE)

(30) Priorität: **19.08.1999 DE 19939294**

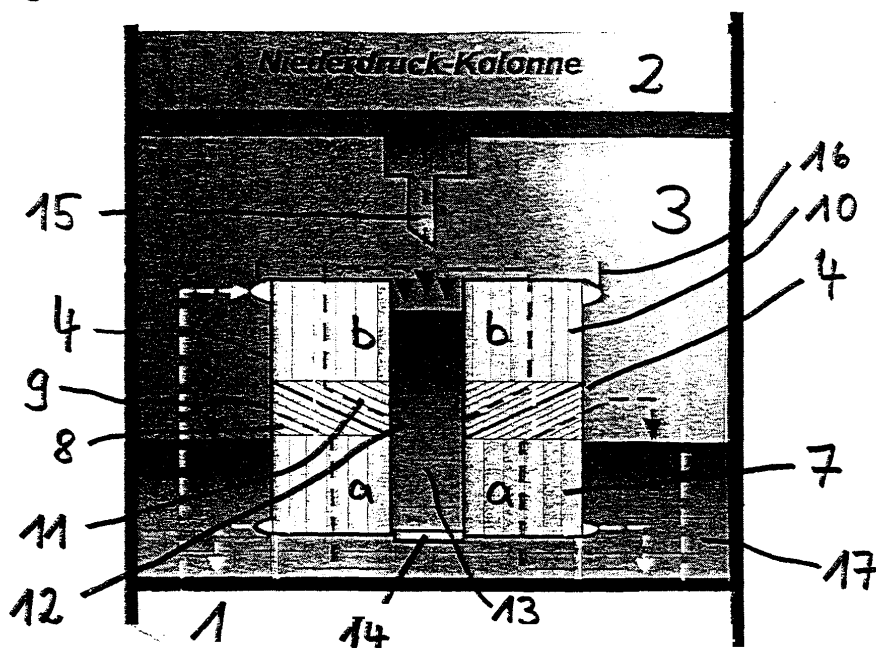
(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft**
65189 Wiesbaden (DE)

(54) **Mehrstöckiger Umlaufkondensator**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Verdampfen einer Flüssigkeit mit einem Wärmeaustauscher, der Verdampfungspassagen (7, 10) für die Flüssigkeit und Verflüssigungspassagen für ein Heizmedium besitzt und mindestens zwei übereinander angeordnete Umlaufabschnitte (a, b) aufweist. Die Verdampfungspassagen (7, 10) besitzen jeweils am unteren Ende eines Umlaufabschnittes (a, b) eine Eintrittsöffnung für die Flüssigkeit und jeweils am oberen Ende eines

Umlaufabschnittes eine Austrittsöffnung für die Flüssigkeit. Ferner sind Mittel zum Führen von Flüssigkeit von der Austrittsöffnung eines Umlaufabschnittes zu der Eintrittsöffnung des darunterliegenden Umlaufabschnittes vorgesehen. Mindestens zwei parallel geschaltete Wärmeaustauscher (4) sind so angeordnet, daß sich in dem Zwischenraum (13) zwischen den Wärmeaustauschern (4) mindestens eine Aufnahmevorrichtung für Flüssigkeit befindet.

Figur 1



EP 1 077 356 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Verdampfen einer Flüssigkeit mit einem Wärmeaustauscher, der Verdampfungspassagen für die Flüssigkeit und Verflüssigungspassagen für ein Heizmedium besitzt und mindestens zwei übereinander angeordneten Umlaufabschnitten aufweist, wobei die Verdampfungspassagen jeweils am unteren Ende des Umlaufabschnittes eine Eintrittsöffnung für die Flüssigkeit und jeweils ab oberen Ende des Umlaufabschnittes eine Austrittsöffnung für die Flüssigkeit besitzen und Mittel zum Führen von Flüssigkeit von der Austrittsöffnung eines Umlaufabschnittes zu der Eintrittsöffnung des darunterliegenden Umlaufabschnittes vorgesehen sind.

[0002] Bei einer Tieftemperaturluftzerlegungsanlage mit einer Drucksäule und einer Niederdrucksäule wird flüssiger Sauerstoff aus der Niederdrucksäule gegen gasförmigen Stickstoff aus der Drucksäule in indirektem Wärmeaustausch in einem Wärmeaustauscher verdampft, wobei der Stickstoff kondensiert.

[0003] Der Wärmeaustauscher wird im wesentlichen in zwei verschiedenen Grundformen realisiert. Bei einem Flüssigkeitsbadverdampfer oder Umlaufkondensator steht der Kondensatorblock in dem Flüssigkeitsbad, aus dem Flüssigkeit verdampft werden soll. Die Flüssigkeit tritt von unten in die Verdampfungspassagen des Kondensatorblockes ein und wird teilweise gegen das durch die Verflüssigungspassagen strömende Heizmedium verdampft. Das dabei entstehende Gas reißt eine beträchtliche Menge an Flüssigkeit mit. Die Restflüssigkeit und das Gas treten oben aus den Verdampfungspassagen aus und die Flüssigkeit läuft in das Flüssigkeitsbad zurück.

[0004] Bei einem Fallfilmverdampfer wird dagegen die zu verdampfende Flüssigkeit über ein Verteilsystem, welches gleichzeitig einen Gasverschluß bildet, oben in die Verdampfungspassagen eingeleitet. Die Flüssigkeit läuft als Flüssigkeitsfilm über die Heizfläche nach unten, wobei sie teilweise verdampft. Das entstehende Gas und die nicht verdampfte Restflüssigkeit treten unten aus dem Fallfilmverdampfer aus. Die Flüssigkeit sammelt sich in dem unter dem Kondensator angeordneten Sammelraum, während der Gasanteil weitergeleitet wird.

[0005] Aus der EP 0 795 349 A1 ist ein Wärmeaustauscher bekannt, bei dem ein Fallfilmverdampfer mit einem Umlaufkondensator gekoppelt ist. Der untere Teil des Fallfilmverdampfers, aus dem das Gasflüssigkeitsgemisch austritt, ist mit dem Flüssigkeitseintritt eines darunter angeordneten Umlaufkondensators strömungsseitig verbunden. Die Gasflüssigkeitsaustritte beider eine Einheit bildenden Kondensatoren liegen in etwa auf gleicher Höhe.

[0006] Aus der US 5,775,129 ist ein kombinierter Fallfilm-Umlaufkondensator bekannt, bei dem der Fallfilmverdampfer mit zwei darunter liegenden Umlaufkondensatoren gekoppelt ist. Das Flüssigkeitsbad des oberen

der beiden Umlaufkondensatoren wird durch ein sich galerieartig um den gesamten Wärmeaustauscherblock erstreckendes Sammelgefäß realisiert. Das um den Wärmetauscherblock umlaufende Sammelgefäß erschwert jedoch die Herstellung des Wärmetauschers beträchtlich.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die preisgünstig und technisch einfach realisierbar ist.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß mindestens zwei beabstandet angeordnete, parallel geschaltete Wärmeaustauscher vorgesehen sind und daß sich in dem Zwischenraum zwischen den Wärmeaustauschern mindestens eine Aufnahmevorrichtung für Flüssigkeit befindet.

[0009] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Verdampfen von Flüssigkeit besteht aus mindestens zwei Wärmeaustauschern, die mit einem bestimmten Abstand zueinander angeordnet sind. Jeder Wärmeaustauscher kann dabei aus mehreren Untereinheiten bestehen, die sowohl parallel als auch seriell zum Wärmeaustausch zwischen der zu verdampfenden Flüssigkeit und dem Heizmedium beitragen.

[0010] Wesentlich ist, daß jeder Wärmetauscher mindestens zwei Umlaufabschnitte besitzt, die übereinander angeordnet sind und die von der zu verdampfenden Flüssigkeit nacheinander durchflossen werden. Unter dem Begriff "Umlaufabschnitt" wird im folgenden ein Abschnitt eines Wärmeaustauschers verstanden, in dem die Funktion eines Umlaufverdampfers bzw. Flüssigkeitsbadverdampfers realisiert ist.

[0011] Wie bei jedem Umlaufverdampfer, steht auch jeder Umlaufabschnitt mit einem Flüssigkeitsbad in Verbindung, aus dem der Umlaufabschnitt mit Flüssigkeit gespeist wird. Erfindungsgemäß befindet sich in dem Raum zwischen den mindestens zwei beabstandeten Wärmeaustauschern mindestens eine Aufnahmevorrichtung für Flüssigkeit, mit der die Eintrittsöffnung zumindest eines Umlaufabschnitts verbunden ist.

[0012] Vorzugsweise ist die Anzahl der in dem Zwischenraum zwischen den Wärmeaustauschern befindlichen Aufnahmevorrichtungen für Flüssigkeit um eins geringer als die Anzahl der übereinander angeordneten Umlaufabschnitte. Die gesamte erfindungsgemäße Vorrichtung zum Verdampfen von Flüssigkeit befindet sich in der Regel in einem Flüssigkeitsbad, aus dem Flüssigkeit in den untersten Umlaufabschnitt einströmen kann. Die Aufnahmevorrichtungen für Flüssigkeit in dem Zwischenraum dienen als Flüssigkeitsspeicher für die übrigen Umlaufabschnitte und sind entsprechend jeweils mit der Eintrittsöffnung oder den Eintrittsöffnungen eines Umlaufabschnittes verbunden.

[0013] Von Vorteil sind die Wärmeaustauscher spiegelsymmetrisch zueinander angeordnet. Alle in dem Zwischenraum zwischen den Wärmeaustauschern vorgesehenen Vorrichtungen, insbesondere die Aufnahmevorrichtung/en für Flüssigkeit, können so mit beiden

oder allen Wärmeaustauschern verbunden sein. Eine Vorrichtung in dem Zwischenraum kann somit eine bestimmte Funktion, z.B. Flüssigkeitsspeicherung oder Weiterleitung von Flüssigkeit, gleichzeitig für mehrere Wärmeaustauscher wahrnehmen.

[0014] Die Aufnahmevorrichtung für Flüssigkeit zwischen den Wärmeaustauschern wird vorzugsweise dadurch realisiert, daß der Zwischenraum zwischen den Wärmeaustauschern unten und seitlich geschlossen ist. Der Zwischenraum selbst bildet so den Raum für die Speicherung von Flüssigkeit. Spezielle Speichervorrichtungen in dem Zwischenraum sind somit nicht erforderlich. Bei zwei übereinander angeordneten Umlaufabschnitten wird vorzugsweise der obere Umlaufabschnitt mit Flüssigkeit aus dem Zwischenraum versorgt, während der untere Umlaufabschnitt mit einem Flüssigkeitsbad in Verbindung steht, in dem die Wärmeaustauscher stehen. Sind mehr als zwei Umlaufabschnitte vorhanden, so wird der Zwischenraum bevorzugt durch weitere horizontale Unterteilungen in mehrere Abschnitte unterteilt, die jeweils eine Aufnahmevorrichtung für Flüssigkeit bilden.

[0015] Die Heizfläche kann vorteilhaft dadurch vergrößert werden, daß jeder Wärmeaustauscher aus zwei bis vier parallel geschalteten, nebeneinander angeordneten Blöcken besteht, von denen jeder wiederum mindestens zwei Umlaufabschnitte besitzt.

[0016] Die Aufnahmevorrichtungen für Flüssigkeit werden vorzugsweise so ausgebildet, daß im Betrieb die Flüssigkeit in der Aufnahmevorrichtung bis zum oberen Ende des Umlaufabschnittes steht, dessen Eintrittsöffnung mit der Aufnahmevorrichtung flüssigkeitsseitig verbunden ist. Der Umlaufabschnitt taucht somit vollständig in das ihm zugeordnete Flüssigkeitsbad ein.

[0017] Es hat sich aber auch bewährt, die Aufnahmevorrichtungen so auszuführen, daß sich im Betrieb mindestens 10%, bevorzugt mindestens 25% der Höhe des Umlaufabschnittes, dessen Eintrittsöffnung mit der Aufnahmevorrichtung flüssigkeitsseitig verbunden ist, oberhalb des maximalen Flüssigkeitsspiegels in der Aufnahmevorrichtung befinden.

[0018] Erfindungsgemäß ist es möglich, durch entsprechende Ausführung der Aufnahmevorrichtung für Flüssigkeit die Eintauchtiefe des zugehörigen Umlaufabschnittes in die Flüssigkeit zu verändern. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, daß ein Überlauf vorgesehen wird, der den Füllstand der Aufnahmevorrichtung auf eine bestimmte Höhe begrenzt. Je nachdem, wie hoch der negative Einfluß großer Standhöhen von Flüssigkeit sein darf, werden die Höhe der Umlaufabschnitte und/oder die Ausführung der zugehörigen Aufnahmevorrichtung gewählt. Bewährt haben sich Eintauchtiefen von mehr als 75 %, bevorzugt mehr als 90 % der Höhe des Umlaufabschnittes.

[0019] Vorzugsweise verlaufen die Verflüssigungspassagen für das Heizmedium durchgehend über die gesamte Höhe eines Wärmeaustauschers, d.h. durch alle Umlaufabschnitte. Es kann aber günstig sein, die

Dichte der Verflüssigungspassagen über die Höhe des Wärmeaustauschers zu variieren.

[0020] Aus herstellungstechnischen Gründen ist es günstig, wenn sich die Eintrittsöffnung/en in die Verdampfungspassagen eines Umlaufabschnittes und die Austrittsöffnung/en aus den Verdampfungspassagen des darunterliegenden Umlaufabschnittes auf entgegengesetzten Seiten des Wärmeaustauschers befinden. Werden bei einem Plattenwärmetauscher die Verbindungen der Eintrittsöffnung bzw. der Austrittsöffnung mit den jeweiligen Verdampfungspassagen durch schräg verlaufende Lamellen realisiert, so kann ein Abschnitt des Plattenwärmetauschers diagonal in die Übergangszone von der Eintrittsöffnung zu den Passagen des oberen Umlaufabschnittes und in die Übergangszone von der Passagen zur Austrittsöffnung des darunterliegenden Umlaufabschnittes geteilt werden. Auf diese Weise kann die Bauhöhe des Wärmeaustauschers reduziert werden.

[0021] Besitzt der Wärmeaustauscher mehr als zwei Umlaufabschnitte, so ist es von Vorteil, wenn sich bei dem oder den zwischen dem untersten und dem obersten Umlaufabschnitt liegenden Umlaufabschnitt(en) die Eintrittsöffnung/en in die Verdampfungspassagen und die Austrittsöffnung/en aus den Verdampfungspassagen auf derselben Seite des Wärmeaustauschers befinden. Die aus den Austrittsöffnungen der Verdampfungspassagen austretende nicht verdampfte Restflüssigkeit kann dann unmittelbar in die zu dem entsprechenden Umlaufabschnitt zugehörige Aufnahmevorrichtung für Flüssigkeit eingeleitet werden. Leitungen zum Zurückführen der Restflüssigkeit von der Austrittsöffnung zu der Aufnahmevorrichtung sind unnötig.

[0022] Die erfindungsgemäße Bauweise läßt sich in horizontaler Richtung durch Hinzufügen weiterer parallel geschalteter Bklöcke und/oder in vertikaler Richtung durch Unterteilung in zusätzliche Umlaufabschnitte beliebig erweitern. So können auf kleinstem Raum sehr große Wärmeaustauschervolumina und damit sehr große Heizflächen realisiert werden. Die Zuleitung des zu kondensierenden Heizmediums und die Ableitung der dabei entstehenden Flüssigkeit können über jeweils eine einzige Leitung geschehen. Die Druckverluste des Heizmediums werden somit minimiert. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Verdampfen hat sich insbesondere als Hauptkondensator in Tieftemperaturluftzerlegungsanlagen mit einer Doppelsäule bewährt. Ebenso vorteilhaft ist deren Einsatz zum Verdampfen von Sumpfflüssigkeit in einem Einsäulenapparat zur Tieftemperaturluftzerlegung. So kann Sumpfflüssigkeit mit einem Sauerstoffanteil von 45 bis 50 % aus einer bei etwa 3 bar betriebenen Säule mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung gegen Druckstickstoff vom Kopf dieser Säule verdampft werden.

[0023] Die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Einzelheiten der Erfindung sollen im folgenden anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Hierbei zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine erfindungsge-
mäßige Vorrichtung,

Fig. 2 dieselbe Vorrichtung im Querschnitt und

Fig. 3 den Längsschnitt durch eine weitere Ausführ-
ungsform der Erfindung.

[0024] Figur 1 zeigt einen Ausschnitt aus einer Dop-
pelsäule einer Luftzerlegungsanlage. Zwischen dem
oberen Ende 1 der Druckkolonne und dem unteren En-
de 2 der Niederdruckkolonne befindet sich der Haupt-
kondensator 3. Der Hauptkondensator 3 besitzt zwei
Wärmeaustauscher 4, die jeweils, wie in Figur 2 zu se-
hen ist, aus drei Blöcken 5 bestehen. Jeder Block 5 be-
sitzt einen Querschnitt von 1,2 m x 1,2 m und eine Höhe
von 3,5 m.

[0025] Die einzelnen Blöcke 5 bestehen jeweils aus
einem unteren Umlaufabschnitt a und einem oberen
Umlaufabschnitt b. In Figur 1 sind die Verdampfungspas-
sagen 7, 10 der Wärmetauscher 4 dargestellt. Die
Verflüssigungspassagen, durch die gasförmiger Stick-
stoff als Heizmedium strömt, erstrecken sich jeweils
über die gesamte Höhe der Wärmetauscher 4. Die Ver-
dampfungspassagen 7, 10 und die Verflüssigungspas-
sagen wechseln sich in der Richtung senkrecht zur Zei-
chenblattebene ab.

[0026] Die unteren Umlaufabschnitte a besitzen
senkrecht verlaufende Verdampfungspassagen 7, die
nach unten geöffnet sind. Oberhalb der senkrechten
Verdampfungspassagen 7 schließen sich schräg ange-
ordnete Lamellen 8 an, durch die ein in den Verdamp-
fungspassagen 7 strömendes Fluid zu der an der Au-
ßenseite des Wärmetauschers 4 befindlichen Austritts-
öffnung 9 geleitet wird. Die oberen Umlaufabschnitte b
bestehen aus senkrecht verlaufenden Verdampfungspas-
sagen 10, die nach oben geöffnet sind und aus einem
Bereich 11, in dem die Verdampfungspassagen 10
durch schräg verlaufende Lamellen zur Eintrittsöffnung
12 verlängert werden, die sich an der der Austrittsöff-
nung 9 entgegengesetzten Seite des Wärmeaustau-
schers 4 befindet. Die Eintrittsöffnung 12 für die Flüssig-
keit, die im oberen Umlaufabschnitt b verdampft wird,
liegt auf gleicher Höhe wie die Austrittsöffnung 9 des un-
teren Umlaufabschnittes a.

[0027] Die beiden Wärmeaustauscher 4 werden mit
einem Abstand von 0,5 m mit den Eintrittsöffnungen 12
der oberen Umlaufabschnitt b gegeneinander zeigend
aufgestellt. Der Zwischenraum 13 zwischen den Wär-
meaustauschern 4 wird unten und an den Seiten mit
ebenen Platten 14 verschlossen und dient als Flüssig-
keitsbad für die oberen Umlaufabschnitte b.

[0028] Der Abstand zwischen der Oberkante der sei-
tlichen Platten 14 und der Oberkante der Wärmeaustau-
scher 4 beträgt 150 mm. Die oberen Umlaufabschnitte
b sind dadurch im Betrieb etwa zu 90% in Flüssigkeit
eingetaucht. Durch entsprechende Wahl der Höhe der
seitlichen Platten 14 kann die Eintauchtiefe des oberen
Umlaufabschnittes b in die Flüssigkeit vorgegeben wer-
den.

[0029] Im Betrieb der Anlage läuft flüssiger Sauerstoff
vom unteren Ende der Niederdruckkolonne 2 über eine
Öffnung 15 in den Zwischenraum 13, in dem sich der
flüssige Sauerstoff ansammelt. Die gesammelte Flüssig-
keit tritt über die Eintrittsöffnungen 12 in die oberen
Umlaufabschnitte b ein und wird gegen gasförmigen
Stickstoff aus der Druckkolonne 1 teilweise verdampft.
Der in den Verdampfungspassagen 10 nicht verdampfte
Flüssigkeitsanteil wird von dem verdampften Gas mit-
gerissen und am oberen Ende des Umlaufabschnittes
b durch Leitbleche 16 zurück in den Zwischenraum 13
geleitet.

[0030] Der als Heizmedium dienende gasförmige
Stickstoff aus der Druckkolonne 1 wird den nicht darge-
stellten Verflüssigungspassagen an ihrem oberen Ende
zugeführt. Der Stickstoff durchströmt den gesamten
Wärmeaustauscher 4 im Gegenstrom zu dem in den
Verdampfungspassagen 10, 7 aufsteigenden Sauer-
stoff, wird dabei verflüssigt und als Rücklaufflüssigkeit
zurück in die Druckkolonne 1 geführt.

[0031] Steigt der Flüssigkeitsstand in dem Zwischen-
raum 13 über die Höhe der Seitenwände 14 an, so läuft
flüssiger Sauerstoff über die Seitenwände 14 in den
Raum 17, in dem sich die Wärmetauscher 4 befinden.

[0032] Der sich in dem Raum 17 ansammelnde flüs-
sige Sauerstoff tritt von unten in die unteren Umlaufab-
schnitte a ein und wird in indirektem Wärmeaustausch
mit dem in den Verflüssigungspassagen entgegenströ-
menden Stickstoff zumindest teilweise verdampft. Das
bei der Verdampfung entstehende Gas tritt mit der mit-
gerissenen Flüssigkeit jeweils etwa in der Mitte der Wär-
meaustauscher 4 durch die Austrittsöffnung 9 aus. Die
mitgerissene Flüssigkeit läuft in das untere Bad 17 zu-
rück.

[0033] Der vom unteren Ende der Niederdruckkolon-
ne 2 ablaufende flüssige Sauerstoff wird somit zunächst
in den oberen Umlaufabschnitten b der Wärmeaustau-
scher 4 verdampft. Da jeder Wärmeaustauscher 4 wie-
derum aus drei Blöcken 5 besteht, erfolgt die Verdamp-
fung gleichzeitig und parallel in sechs Blöcken b. Der
aus diesen Blöcken b austretende flüssige Sauerstoff
sammelt sich in dem Zwischenraum 13 und wird, nach-
dem er über die seitlichen Platten 14 in das untere Bad
17 geflossen ist, in einer zweiten Verdampfungsstufe in
den sechs unteren Umlaufabschnitten a verdampft.

[0034] In Figur 3 ist ein Hauptkondensator gezeigt,
der ebenfalls zwei Wärmeaustauscher 20 aufweist, von
denen jeder wiederum aus drei parallel geschalteten, in
der Zeichnung nicht dargestellten Blöcken besteht. Die
Blöcke sind jeweils aus 4 übereinander angeordneten
Umlaufabschnitten a, b, c, d aufgebaut. Jeder Block hat
eine Größe von etwa 1,2 m x 1,2 m x 6,0 m, woraus eine
Gesamtheizfläche von etwa 20.000 m² resultiert.

[0035] Die beiden Wärmeaustauscher 20 sind spie-
gelsymmetrisch zueinander mit einem Abstand von 0,5
m im Sauerstoffhauptbad 22 angeordnet. Zwischen den
beiden Wärmeaustauschern 20 sind Seitenwände 23
angebracht, die sich über die Höhe der drei oberen Um-

laufabschnitte b, c, d erstrecken. Die Seitenwände 23 sind an ihrem unteren Ende durch eine untere Wand 24b miteinander verbunden. Der durch die Seitenwände 23 und die untere Wand 24b begrenzte Zwischenraum zwischen den Wärmeaustauschern 20 ist zusätzlich jeweils am unteren Ende der beiden oberen Umlaufabschnitte c und d durch horizontale Böden 24c und 24d unterteilt, wodurch in dem Zwischenraum drei Flüssigkeitsspeicher 30b, 30c, 30d entstehen.

[0036] Jeder Flüssigkeitsspeicher 30b, 30c, 30d besitzt einen Überlauf 31 b, 31 c, 31 d, durch den Flüssigkeit ab einer bestimmten Pegelhöhe aus dem Speicher 30b, 30c, 30d in den darunter liegenden Flüssigkeitsspeicher abfließen kann. Der Überlauf ist durch ein vom jeweiligen Boden 24b, 24c, 24d sich in den Flüssigkeitsspeicher 30b, 30c, 30d erstreckendes senkrechtes Rohr 31b, 31c, 31d realisiert. Durch am unteren Ende des Überlaufs 31 angeordnete Strömungsumlenkungen 32 wird gewährleistet, daß die aus den Flüssigkeitsspeichern 30d, 30c abfließende Flüssigkeit zunächst jeweils nur in den darunter liegenden Flüssigkeitsspeicher 30c bzw. 30b eintritt. Anstelle der Strömungsumlenkungen 32 kann auch auf andere Weise, beispielsweise durch horizontal versetzt angeordnete Überläufe 31 b, 31 c, 31 d, sichergestellt werden, daß die überlaufende Flüssigkeit schrittweise von einem Flüssigkeitsspeicher zum nächsten läuft.

[0037] Die Austrittsöffnungen 9 der mittleren Umlaufabschnitte b, c sind flüssigkeitsseitig jeweils mit den entsprechenden Flüssigkeitsspeichern 30b, 30c verbunden. Dies kann, wie in Figur 3 gezeigt, durch eine umlaufende Galerie 33 und Öffnungen 34 in den Seitenwänden 23 realisiert werden. Es ist aber auch möglich, Rohrverbindungen zwischen den Austrittsöffnungen 9 und den entsprechenden Flüssigkeitsspeichern 30b, 30c vorzusehen.

[0038] Die einzelnen Umlaufabschnitte a, b, c, d sind in gleicher Weise wie die in den Figuren 1 und 2 gezeigte Vorrichtung aufgebaut. Die Verflüssigungspassagen erstrecken sich ebenfalls über die gesamte Höhe der Wärmeaustauscher 20, d.h. über alle vier Umlaufabschnitte a, b, c, d.

[0039] Der sich am Kopf der Druckkolonne 1 ansammelnde gasförmige Stickstoff wird der Eintrittsöffnung 25 der Verflüssigungspassagen am oberen Ende des obersten Umlaufabschnittes d zugeführt und strömt durch alle Umlaufabschnitte d, c, b, a, wobei er Wärme an den in den Verdampfungspassagen 40a, 40b, 40c, 40d entgegenströmenden flüssigen Sauerstoff abgibt und dabei zumindest teilweise verflüssigt wird. Der flüssige Stickstoff verläßt die Wärmeaustauscher 20 durch die Austrittsöffnung 26 und wird als Rücklauf Flüssigkeit in der Druckkolonne 1 genutzt.

[0040] Im Betrieb läuft der vom untersten Boden bzw. vom unteren Ende 27 der Niederdruckkolonne 2 abtropfende Sauerstoff in den Flüssigkeitsspeicher 30d des obersten Umlaufabschnittes d. Der Sauerstoff tritt in die Verdampfungspassagen 40d des Umlaufabschnittes d

ein und wird teilweise gegen kondensierenden Stickstoff verdampft. Am oberen Ende der Verdampfungspassagen 40d sind Umlenkvorrichtungen 16 vorgesehen, die sicherstellen, daß der flüssige Sauerstoff in die Flüssigkeitsspeicher 30d zurückgeleitet wird.

[0041] Steigt der Flüssigkeitsspiegel im Flüssigkeitsspeicher 30d bis zur Höhe der Eintrittsöffnung des Überlaufs 31d an, so fließt flüssiger Sauerstoff aus dem Flüssigkeitsspeicher 30d in den darunter liegenden Flüssigkeitsspeicher 30c. Der flüssige Sauerstoff tritt aus dem Flüssigkeitsspeicher 30c in die Verdampfungspassagen 40c des Umlaufabschnittes c ein, wird wiederum teilweise verdampft und tritt durch die Austrittsöffnung 9 aus dem Umlaufabschnitt c aus. Der nichtverdampfte Flüssigkeitsanteil wird über die beiden Wärmetauscher 20 sowie den Zwischenraum zwischen den beiden Wärmetauschern 20 umlaufende Galerie 33 und über die Öffnungen 34 in den Flüssigkeitsspeicher 30c zurückgeführt.

[0042] Steigt auch der Flüssigkeitsspiegel im Speicher 30c über die Höhe der Eintrittsöffnung des entsprechenden Überlaufs 31c an, so wird der flüssige Sauerstoff in den darunter liegenden Flüssigkeitsspeicher 30b eingeleitet. Nach zumindest teilweiser Verdampfung in dem Umlaufabschnitt b wird der verbleibende Flüssigkeitsanteil an Sauerstoff über eine Galerie 33 und Öffnungen 34 in den Speicher 30b zurückgeführt und bei Überschreiten eines bestimmten Flüssigkeitsstandes über den Überlauf 31 b in das Sauerstoffhauptbad 22 geleitet.

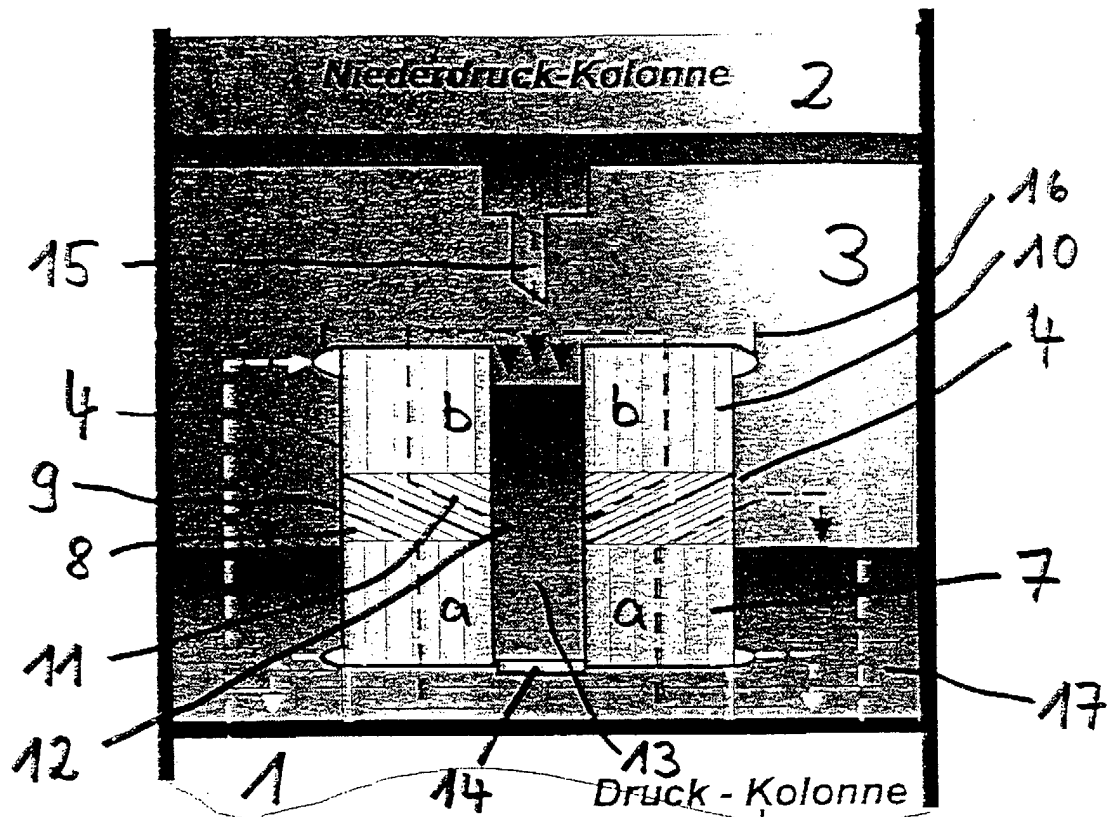
[0043] Der im Sauerstoffhauptbad 22 befindliche flüssige Sauerstoff tritt schließlich von unten in die Verdampfungspassagen 40a des untersten Umlaufabschnittes a ein und wird teilweise verdampft. Der verbleibende flüssige Anteil an Sauerstoff wird in das Sauerstoffhauptbad 22 zurückgeführt. Der in den einzelnen Umlaufabschnitten a, b, c, d jeweils entstehende gasförmige Sauerstoff steigt in die Niederdruckkolonne 2 auf.

Patentansprüche

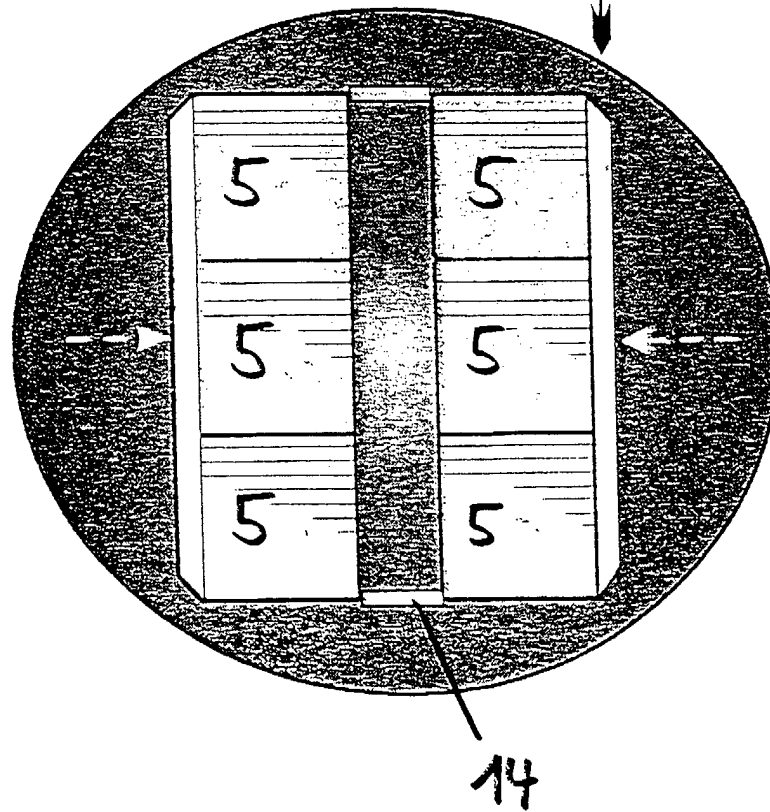
1. Vorrichtung zum Verdampfen einer Flüssigkeit mit einem Wärmeaustauscher, der Verdampfungspassagen für die Flüssigkeit und Verflüssigungspassagen für ein Heizmedium besitzt und mindestens zwei übereinander angeordnete Umlaufabschnitte aufweist, wobei die Verdampfungspassagen jeweils am unteren Ende eines Umlaufabschnittes eine Eintrittsöffnung für die Flüssigkeit und jeweils am oberen Ende eines Umlaufabschnittes eine Austrittsöffnung für die Flüssigkeit besitzen und Mittel zum Führen von Flüssigkeit von der Austrittsöffnung eines Umlaufabschnittes zu der Eintrittsöffnung des darunter liegenden Umlaufabschnittes vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens zwei beabstandet angeordnete, parallel geschaltete Wärmeaustauscher (4, 20) vorgese-

- hen sind und daß sich in dem Zwischenraum (13) zwischen den Wärmeaustauschern (4, 20) mindestens eine Aufnahmevorrichtung (30b, 30c, 30d) für Flüssigkeit befindet.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der in dem Zwischenraum (13) befindlichen Aufnahmevorrichtungen (30b, 30c, 30d) um eins geringer als die Anzahl der übereinander angeordneten Umlaufabschnitte (a, b, c, d) ist. 5
 3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeaustauscher (4, 20) spiegelsymmetrisch zueinander angeordnet sind. 10
 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenraum (13) zwischen den Wärmeaustauschern (4, 20) unten und seitlich geschlossen ist. 15
 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeaustauscher (4, 20) jeweils aus zwei bis vier nebeneinander angeordneten Blöcken (5) bestehen, wobei jeder Block (5) mindestens zwei Umlaufabschnitte (a, b, c, d) besitzt. 20
 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwei bis vier Umlaufabschnitte (a, b, c, d) übereinander angeordnet sind. 25
 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmevorrichtung für Flüssigkeit (30b, 30c, 30d) so ausgebildet ist, daß im Betrieb die Flüssigkeit in der Aufnahmevorrichtung (30b, 30c, 30d) bis zum oberen Ende des Umlaufabschnittes (b, c, d) steht, dessen Eintrittsöffnung mit der Aufnahmevorrichtung (30b, 30c, 30d) flüssigkeitsseitig verbunden ist. 30
 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmevorrichtung für Flüssigkeit (30b, 30c, 30d) so ausgebildet ist, daß sich im Betrieb mindestens 10%, bevorzugt mindestens 25% der Höhe des Umlaufabschnittes (b, c, d), dessen Eintrittsöffnung mit der Aufnahmevorrichtung (30b, 30c, 30d) flüssigkeitsseitig verbunden ist, oberhalb des maximalen Flüssigkeitsspiegels in der Aufnahmevorrichtung (30b, 30c, 30d) befinden. 35
 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Verflüssigungspassagen über die gesamte Höhe des Wärmeaustauschers (4, 20) erstrecken. 40
 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Eintrittsöffnung in die Verdampfungspassagen (40b, 40c, 40d) eines Umlaufabschnittes (b, c, d) und die Austrittsöffnung aus den Verdampfungspassagen (40a, 40b, 40c) des darunterliegenden Umlaufabschnittes (a, b, c) auf entgegengesetzten Seiten des Wärmeaustauschers (20) befinden. 45
 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10 mit einem unteren, einem oberen und mindestens einem dazwischenliegenden Umlaufabschnitt (b, c), dadurch gekennzeichnet, daß sich bei dem dazwischenliegenden Umlaufabschnitt (b, c) die Eintrittsöffnung in die Verdampfungspassagen (40b, 40c) und die Austrittsöffnung aus den Verdampfungspassagen (40b, 40c) auf derselben Seite des Wärmeaustauschers (20) befinden. 50
 12. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11 in einem Verfahren zur Tieftemperaturzerlegung von Luft in einem Doppelsäulenapparat, bei dem Flüssigkeit aus dem unteren Abschnitt der Niederdrucksäule (2) in indirektem Wärmeaustausch mit kondensierendem Dampf aus dem oberen Abschnitt der Drucksäule (1) verdampft wird. 55
 13. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11 in einem Verfahren zur Tieftemperaturzerlegung von Luft in einem Einsäulenapparat, bei dem Flüssigkeit aus dem unteren Abschnitt der Säule in indirektem Wärmeaustausch mit kondensierendem Dampf aus dem oberen Abschnitt der Säule verdampft wird.

Figur 1

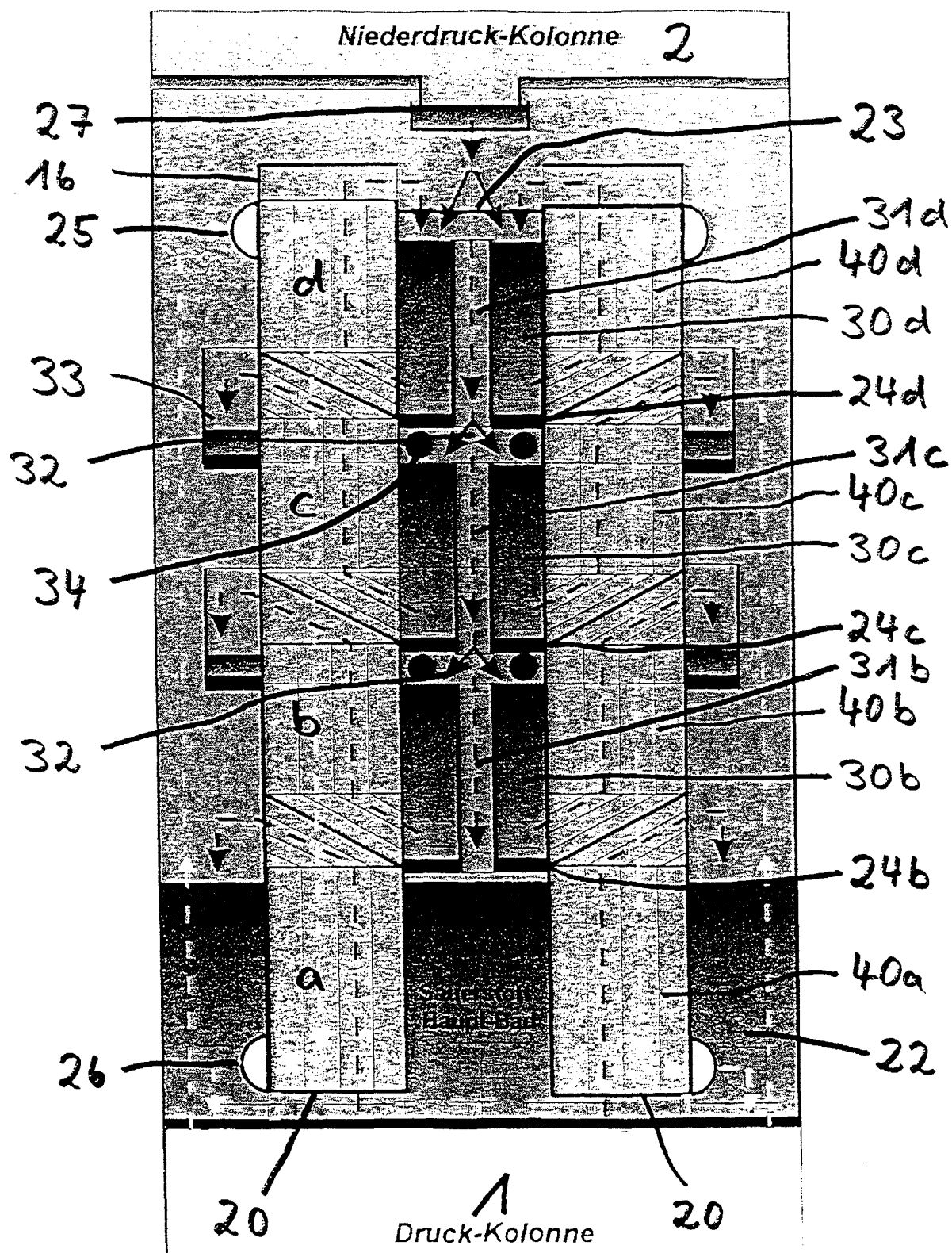


Figur 2



Figur 3

Bl. 2/2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 11 7878

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	FR 2 064 065 A (LINDE AG) 16. Juli 1971 (1971-07-16) * das ganze Dokument *	1,12	F25J3/00
A	US 4 606 745 A (FUJITA IKUO) 19. August 1986 (1986-08-19) * das ganze Dokument *	1,12	
A	US 4 124 069 A (BECKER RUDOLF) 7. November 1978 (1978-11-07) * das ganze Dokument *	1,12	
A	EP 0 795 349 A (LINDE AG) 17. September 1997 (1997-09-17) * das ganze Dokument *	1,12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F25J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 25. Februar 2000	Prüfer Lapeyrere, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04033)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 11 7878

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Daten des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-02-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
FR 2064065	A	16-07-1971	DE	1949609 A	08-04-1971
US 4606745	A	19-08-1986	JP	1728840 C	29-01-1993
			JP	4014269 B	12-03-1992
			JP	60253782 A	14-12-1985
US 4124069	A	07-11-1978	DE	2534442 A	10-02-1977
			BE	844628 A	28-01-1977
			FR	2319868 A	25-02-1977
			GB	1550123 A	08-08-1979
			JP	52018243 A	10-02-1977
EP 0795349	A	17-09-1997	DE	19605500 C	17-04-1997
			JP	9273699 A	21-10-1997
			US	5901574 A	11-05-1999

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82