



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 672 301 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.06.2006 Patentblatt 2006/25

(51) Int Cl.:
F25J 3/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05024947.3**

(22) Anmeldetag: **15.11.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(72) Erfinder:
• **Brox, Andreas**
82538 Geretsried (DE)
• **Huppenberger, Markus**
83673 Bichl (DE)

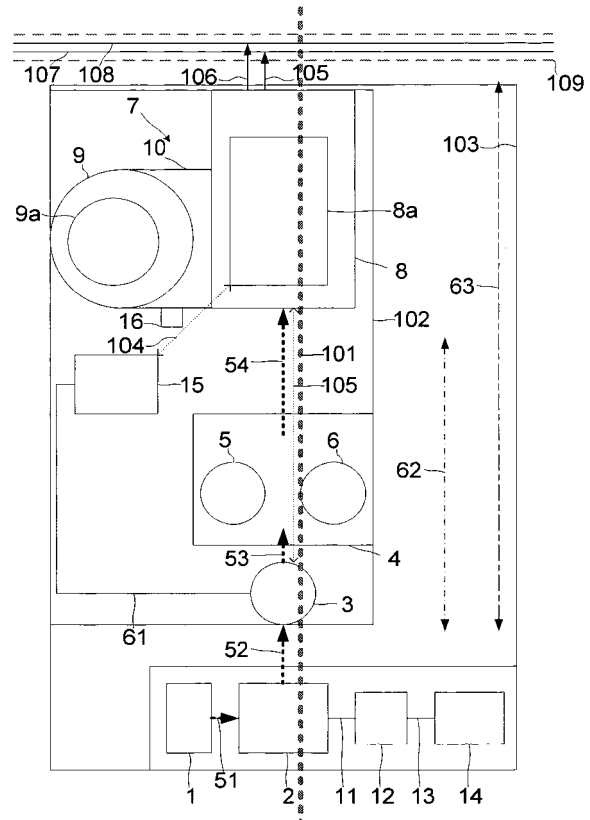
(30) Priorität: **03.12.2004 EP 04028682**
03.12.2004 EP 04028683
03.12.2004 EP 04028681

(74) Vertreter: **Imhof, Dietmar**
Linde AG
Patente und Marken
Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14
D-82049 Höllriegelskreuth (DE)

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

(54) **Vorrichtung zur Tieftemperaturzerlegung eines Gasgemischs, insbesondere von Luft**

(57) Die Vorrichtung dient zur Erzeugung eines Produkts durch Tieftemperaturzerlegung eines Gasgemischs, insbesondere von Luft. Sie weist einen Direktkontaktkühler (3) zur Kühlung des Einsatzgemischs, eine Reinigungsvorrichtung (4) zu Reinigung des gekühlten Einsatzgemischs und einen Tieftemperaturteil (7) auf. Der Tieftemperaturteil (7) enthält einen Hauptwärmetauscher (8a) zur Abkühlung des gereinigten Einsatzgemischs auf etwa Taupunkttemperatur und eine Destilliersäule (9a) zur Tieftemperaturzerlegung des Einsatzgemischs. Der Direktkontaktkühler (3), die Reinigungsvorrichtung (4) und der Tieftemperaturteil (7) sind auf einer Linie (101) angeordnet.



EP 1 672 301 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Produkts durch Tieftemperaturzerlegung eines Gasgemischs, insbesondere von Luft, mit einem Direktkontaktkühler zur Kühlung des Einsatzgemischs, mit einer Reinigungsvorrichtung zu Reinigung des gekühlten Einsatzgemischs und mit einem Tieftemperaturteil, der einen Hauptwärmetauscher zur Abkühlung des gereinigten Einsatzgemischs auf etwa Taupunkttemperatur und eine Destilliersäule zur Tieftemperaturzerlegung des Einsatzgemischs aufweist.

[0002] Vorrichtungen zur Tieftemperaturzerlegung atmosphärischer Luft oder anderer Gasgemische sind zum Beispiel aus Hausen/Linde, Tieftemperaturtechnik, 2. Auflage 1985 bekannt.

[0003] Unter "Tieftemperatur" wird hier grundsätzlich jede Temperatur verstanden, die unterhalb der Umgebungstemperatur liegt, vorzugsweise jedoch eine Temperatur von 200 K oder weniger, höchst vorzugsweise von 150 K oder weniger, beispielsweise von 100 K oder weniger.

[0004] In einem "Direktkontaktkühler" (direct contact cooler) wird das Einsatzgemisch in direkten Wärmeaustausch mit einem Kühlmittel, zum Beispiel Wasser, gebracht und dadurch abgekühlt. Er dient insbesondere zum Abführen von Verdichtungswärme, die in einem in der Regel vorgeschalteten Einsatzgasverdichter entstanden ist.

[0005] Eine nachfolgende "Reinigungseinrichtung" ist in der Regel als Adsorptionsvorrichtung ausgebildet und weist insbesondere mindestens zwei umschaltbare Behälter aus, die zyklisch betrieben werden. Sie dient der Abtrennung unerwünschter Komponenten, beispielsweise solcher, die im Tieftemperaturteil ausfrieren können.

[0006] Im "Tieftemperaturteil" wird das Einsatzgemisch zunächst auf etwa Taupunkttemperatur abgekühlt und anschließend in einem Destilliersäulensystem zerlegt. Der Tieftemperaturteil enthält also einen oder mehrere Wärmetauscher und eine oder mehrere Destilliersäulen. Aus dem Tieftemperaturteil wird das Produkt in Gas- oder Flüssigform abgezogen. Selbstverständlich können auch mehrere Produkte in gleichem oder unterschiedlichem Aggregatzustand sowie in gleicher oder verschiedener chemischer Zusammensetzung erzeugt werden. Um Verluste durch einströmende Umgebungswärme zu verhindern, ist der Tieftemperaturteil üblicherweise wärmeisoliert, indem er von einer oder mehreren Coldboxen umschlossen wird.

[0007] Der "Hauptwärmetauscher" dient zur Anwärmung des oder der gasförmigen Produkts/Produkte in indirektem Wärmeaustausch mit mindestens einem Einsatzgemischstrom.

[0008] Die drei genannten Anlagenkomponenten werden üblicherweise so angeordnet, dass der Verbrauch an Grundfläche möglichst niedrig ist. Dies ist nicht in allen Fällen zufrieden stellend.

[0009] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrun-

de, die Anordnung der Komponenten einer Tieftemperaturzerlegungsanlage weiter zu optimieren, um eine besonders hohe Wirtschaftlichkeit der Anlage zu erreichen.

[0010] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass der Direktkontaktkühler, die Reinigungsvorrichtung und der Tieftemperaturteil auf einer Linie angeordnet sind.

[0011] Die Anordnung "auf einer Linie" bedeutet, dass es mindestens eine horizontale Gerade geben muss, welche die Grundflächen aller drei genannten Anlagenkomponenten schneidet. Unter "Grundfläche" wird hier die Aufstellfläche verstanden, die für die entsprechenden Anlagenkomponenten einschließlich der unmittelbar zugehörigen Funktionseinheiten wie zum Beispiel Pumpen und Armaturen benötigt wird.

[0012] Eine solche Anordnung ist natürlich - entgegen der bisherigen Praxis - nicht optimal hinsichtlich der Ausnutzung der Grundfläche der Gesamtanlage, weil die Grundflächen der drei Komponenten unterschiedlich groß sind. (In der Regel benötigen Direktkontaktkühler beziehungsweise Reinigungseinrichtung weniger Platz als der Tieftemperaturteil.) Im Rahmen der Erfindung hat sich jedoch herausgestellt, dass dieser Nachteil durch wesentliche Vorteile überkompensiert wird.

[0013] Die Anordnung in einer Linie minimiert insbesondere den Aufwand bei der strömungstechnischen Verbindung der Anlagenkomponenten untereinander. Die entsprechenden Rohrlängen und der Umfang der zugehörigen Stahlbauvorrichtungen wie zum Beispiel Rohrbrücken werden minimiert. Dies bedeutet - insbesondere bei sehr großen Anlagen mit einem Einsatzgasdurchsatz von beispielsweise 50.000 Nm³/h oder mehr, insbesondere 300.000 Nm³/h oder mehr - eine spürbare Verminderung der Investitionskosten.

[0014] Die lineare Anordnung hat außerdem den Vorteil, dass die Anlagekomponenten grundsätzlich von beiden Seiten her für Montage- und Wartungsarbeiten zugänglich sind. Dies reduziert die Betriebs- und Reparaturkosten der Anlage.

[0015] Üblicherweise ist dem Direktkontaktkühler ein Einsatzgasverdichter zur Verdichtung des Einsatzgemischs vorgeschaltet. Dieser kann im Rahmen der Erfindung beispielsweise seitlich neben der Gruppe aus Direktkontaktkühler, Reinigungsvorrichtung und Tieftemperaturteil angeordnet sein. Besonders günstig ist es jedoch, wenn der Einsatzgasverdichter, der Direktkontaktkühler, die Reinigungsvorrichtung und der Tieftemperaturteil auf einer Linie angeordnet sind. Dies verstärkt die oben genannten Vorteile weiter.

[0016] Die lineare Anordnung aller vier Anlagenkomponenten ist insbesondere bei mehrsträngigen Einheiten vorteilhaft, bei denen mehrere der erfindungsgemäßen Vorrichtungen (Stränge, trains) nebeneinander angeordnet sind. Hierbei können an den Enden der Einzelstränge verschiedene Verbindungseinrichtungen angeordnet sein, beispielsweise auf der Seite des Tieftemperaturteils eine Rohrbrücke zum Abführen der Produkte und/oder auf der Verdichterseite eine Gas- oder Dampfturbine zum Antrieb des Einsatzgasverdichters mit entsprechendem

Zubehör, wie zum Beispiel einem Luftkondensator, Dampf-, Gas- und/oder Kühlwasserleitungen für Maschinen oder Ähnlichem. Dennoch bleiben die verschiedenen Anlagenkomponenten leicht zugänglich.

[0017] Die Antriebswelle des Einsatzgasverdichters verläuft insbesondere in diesem Fall vorzugsweise im Wesentlichen senkrecht zu der Linie, auf welcher der Direktkontaktkühler, die Reinigungsvorrichtung und der Tieftemperaturteil angeordnet sind.

[0018] Alternativ dazu kann der Einsatzgasverdichter seitlich neben den übrigen Anlagenteilen angeordnet sein. Dabei verläuft insbesondere die Antriebswelle des Einsatzgasverdichters im Wesentlichen parallel zu der Linie, auf welcher der Direktkontaktkühler, die Reinigungsvorrichtung und der Tieftemperaturteil angeordnet sind.

[0019] Insbesondere bei mehrsträngigen Anlagen ist es außerdem günstig, wenn die Grundfläche der bisher genannten Anlagenkomponenten eine relativ langgestreckte Form hat. Genauer gesagt ist in diesem Fall das Verhältnis der Ausdehnung des kleinsten Rechtecks, das die Grundflächen des Direktkontaktkühlers, der Reinigungsvorrichtung und des Tieftemperaturteils und ggf. des Einsatzgasverdichters einschließt, in Richtung einer Verbindungsgeraden zwischen Direktkontaktkühler und Tieftemperaturteil zu der Ausdehnung in der dazu senkrechten Richtung größer als 1, insbesondere größer als 1,5. Zum Beispiel beträgt dieses Verhältnis 2,0 oder mehr, insbesondere 3,0 oder mehr.

[0020] Mehrere derartiger Vorrichtungen können dann längsseitig nebeneinander angeordnet werden, um die mehrsträngige Anlage zu bilden. Die Vorrichtung zur Verbindung der Einzelanlagen untereinander (zum Beispiel Rohrbrücke für Produktleitungen) wird entlang der Schmalseiten angeordnet und kann damit relativ kurz und kostengünstig ausgeführt werden.

[0021] Das in Anspruch 5 beschriebene Merkmal, nämlich die eher längliche Grundfläche der Einzelanlage, kann grundsätzlich auch bei Vorrichtungen verwirklicht werden, welche die Merkmale des Anspruchs 1 nicht erfüllen.

[0022] Der Tieftemperaturteil weist regelmäßig eine Wärmetauscher-Box, die mindestens einen Hauptwärmetauscher enthält, eine Rektifikationsbox, die mindestens eine Destilliersäule enthält, und eine innerhalb eines Turbinenkastens angeordnete Entspannungsmaschine auf. Es ist günstig, wenn der Turbinenkasten an einem Übergangsabschnitt des Tieftemperaturteils angeordnet ist, der sich zwischen Wärmetauscher-Box und Rektifikationsbox befindet. Alternativ kann der Turbinenkasten direkt mit der Wärmetauscher-Box verbunden sein.

[0023] Das in Anspruch 6 beschriebene Merkmal, nämlich die Anordnung einer Entspannungsmaschine am Übergangsabschnitt zwischen Wärmetauscher-Box und Rektifikationsbox, kann grundsätzlich auch bei Vorrichtungen verwirklicht werden, welche die Merkmale des Anspruchs 1 nicht erfüllen.

[0024] Die Ansprüche 7 bis 12 enthalten weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Ihre Merkmale können bei einer Vorrichtung zur Erzeugung eines Produkts durch Tieftemperaturzerlegung eines Gasgemischs, insbesondere von Luft, auch unabhängig von den Merkmalen der Ansprüche 1 bis 6 oder in Kombination mit diesen angewendet werden.

[0025] Die Einsatzgemischleitung zur Einleitung von Einsatzgemisch in den Hauptwärmetauscher und die Produktleitung zum Abziehen des Produktstroms aus dem Hauptwärmetauscher verlaufen dabei im Wesentlichen parallel zu einer Hauptorientierungsachse und sind an einander gegenüberliegenden Seiten des Hauptwärmetauschers angeordnet.

[0026] Die "Hauptorientierungsachse" stellt eine abstrakte Gerade dar, die in horizontaler Richtung verläuft und in der Regel nicht durch Bauteile der Anlage oder eine sonstige physische Einrichtung materialisiert ist.

[0027] "Im Wesentlichen parallel" sind zwei Richtungen dann, wenn sie einen Winkel von weniger als 20°, vorzugsweise weniger als 10°, höchst vorzugsweise weniger als 5° miteinander bilden.

[0028] Die Anordnung gemäß Anspruch 7 bietet den Vorteil, dass die Einrichtungen für die Abführung der Produkte, zum Beispiel eine oder mehrere Sammelleitungen, in welche die Produktleitung(en) mündet/münden, auf der einen Seite des Hauptwärmetauschers und die Einrichtungen zur Vorbehandlung des Einsatzgemischs auf der gegenüber liegenden Seite des Hauptwärmetauschers angeordnet werden können. Damit werden sehr geringe Rohrleitungslängen möglich.

[0029] Die gegenüber liegende Anordnung von Einsatzgemisch- und Produktleitungen minimiert insbesondere den Aufwand bei der strömungstechnischen Verbindung der Anlagenkomponenten untereinander. Die entsprechenden Rohrlängen und der Umfang der zugehörigen Stahlbauvorrichtungen wie zum Beispiel Rohrbrücken werden minimiert. Dies bedeutet - insbesondere bei sehr großen Anlagen mit einem Einsatzgasdurchsatz von beispielsweise 50.000 Nm³/h oder mehr, insbesondere 300.000 Nm³/h oder mehr - eine spürbare Verminderung der Investitionskosten.

[0030] Die Anordnung hat außerdem den Vorteil, dass die Anlagekomponenten grundsätzlich von beiden Seiten her für Montage- und Wartungsarbeiten zugänglich sind. Dies reduziert die Betriebs- und Reparaturkosten der Anlage.

[0031] Außerdem ist es günstig, wenn die Vorrichtung eine Sammelleitung aufweist, in welche die Produktleitung an ihrem dem Hauptwärmetauscher abgewandten Ende einmündet, und wenn die Sammelleitung im Wesentlichen senkrecht zur Hauptorientierungsachse verläuft.

[0032] Eine Richtung ist "im Wesentlichen senkrecht" zu einer anderen, wenn die entsprechenden Geraden einen Winkel von 70° bis 110°, vorzugsweise 80° bis 100° höchst vorzugsweise 85° bis 95° einschließen.

[0033] Eine oder mehrere Sammelleitungen können

die Vorrichtung und mögliche weitere identische oder ähnliche Vorrichtungen (Stränge) zu einer mehrsträngigen Anlage verbindend beziehungsweise zu einem Tanklager und/oder zu einer Notversorgungsvorrichtung führen.

[0034] Die Sammelleitung(en) kann/können auf einer Rohrbrücke oder auf dem Boden angeordnet sein. Im letzteren Fall werden die Sammelleitungen regelmäßig auf so genannten Sleepern verlegt.

[0035] Vorzugsweise ist/sind Sammelleitung(en) mit einer Produktleitung einer oder mehrerer weiteren Tieftemperaturerzeugungs-Vorrichtungen verbunden.

[0036] Alternativ oder zusätzlich kann/können die Sammelleitung(en) mit einem Speicherbehälter für Produkt verbunden sein.

[0037] Es ist günstig, wenn bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung der Hauptwärmetauscher ausschließlich als rekuperativer Wärmetauscher ausgeführt ist, das heißt als nicht umschaltbarer Wärmetauscher.

[0038] Die Ansprüche 13 bis 16 enthalten weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Ihre Merkmale können bei einer Vorrichtung zur Erzeugung eines Produkts durch Tieftemperaturerzeugung eines Gasgemischs, insbesondere von Luft, auch unabhängig von den Merkmalen der Ansprüche 1 bis 12 oder in Kombination mit diesen angewendet werden.

[0039] Wenn ein Verdunstungskühler eingesetzt wird, ist es günstig, wenn das Verhältnis des Abstandes zwischen Verdunstungskühler und Direktkontaktkühler zu dem Abstand zwischen Verdunstungskühler und Hauptwärmetauscher mindestens 0,5, insbesondere mindestens 1,0 beträgt.

[0040] Der Verdunstungskühler 15 ist somit vergleichsweise nahe dem Hauptwärmetauscher angeordnet. Dies bedeutet zwar höheren Aufwand für die Kühlmittelverrohrung; allerdings kann die Leitung für den Gasstrom aus dem Tieftemperaturteil besonders kurz ausgeführt werden. Im Rahmen der Erfindung hat sich herausgestellt, dass diese Anordnung zu insgesamt vergleichsweise niedrigen Investitionskosten führt. Es wird insbesondere der Aufwand für die Rohrleitungen und den dazugehörigen Stahlbau-Kosten verringert. Dies ist teilweise auf den sehr hohen Querschnitt (beispielsweise 1 bis 2 m) der Gasleitung zum Verdunstungskühler zurückzuführen.

[0041] Die abhängigen Patentansprüche 14 bis 16 enthalten weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0042] Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels für eine erfindungsgemäße Vorrichtung näher erläutert, die als Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage ausgebildet ist.

[0043] Atmosphärische Luft wird als "Einsatzgemisch" über ein Einlassfilter 1 angesaugt und über Einsatz-Rohrleitungen 51, 52, 53, 54 zu weiteren Anlagenkomponen-

ten geführt. Zunächst wird die gefilterte Luft 51 in einem Hauptluftverdichter, der in dem Beispiel den "Einsatzgasverdichter" darstellt, komprimiert. Die verdichtete Luft 52 strömt in einen Direktkontaktkühler 3 und wird dort in direktem Wärmeaustausch mit Kühlwasser, das über eine Kühlwasser-Verrohrung 61 heranströmt, abgekühlt. Die abgekühlte Luft 53 wird weiter in eine Reinigungseinrichtung 4 geleitet, die ein Paar von Molekularsieb-Adsorbentien 5, 6 aufweist. Die gereinigte Luft 54 strömt weiter zum Tieftemperaturteil 7.

[0044] Der Tieftemperaturteil kann aus einer einzigen Coldbox bestehen, in der alle kryogenen Apparate angeordnet sind, insbesondere der oder die Wärmetauscher und die Destilliersäule(n), oder auch aus einer Vielzahl separater Coldboxen. In dem Beispiel sind zwei separate Coldboxen vorgesehen. Eine zylinderförmige Rektifikationsbox 9 enthält die Destilliersäulen 9a, hier eine Doppelsäule mit Hochdruck- und Niederdrucksäule und einem dazwischen angeordneten Hauptkondensator. Die übrigen kalten Teile, insbesondere der Hauptwärmetauscher 8a sind in einer quaderförmigen Wärmetauscher-Box 8 untergebracht. Die beiden Coldboxen 8, 9 isolieren die jeweiligen kalten Apparateile gegen Wärmeeinfall aus der Umgebung. Ein Übergangsabschnitt 10 gehört ebenfalls zum Tieftemperaturteil. Er wird ebenfalls von einer Coldbox umschlossen; alternativ werden die im Übergangsabschnitt 10 befindlichen Rohrleitungen und Armaturen mittels einer entsprechend kleineren Coldbox wärmeisoliert.

[0045] Der Hauptwärmetauscher ist als ausschließlich rekuperativer Wärmetauscher ausgebildet, also nicht als umschaltbarer Wärmetauscher (Revox). Er besteht zum Beispiel aus einem Block oder einer Mehrzahl von strömungstechnisch miteinander verbundenen Blöcken. Der oder die Blöcke sind vorzugsweise als Aluminium-Plattenwärmetauscher ausgebildet. Mögliche weitere Wärmetauscher wie zum Beispiel ein oder mehrere Unterkühlungs-Gegenströmer können ebenfalls in der Wärmetauscher-Box untergebracht sein; alternativ oder zusätzlich können ein oder mehrere Blöcke von Unterkühlungs-Gegenströmern in der Rektifikationsbox angeordnet sein. Die Form der Rektifikationsbox kann vom Ausführungsbeispiel abweichen; sie kann zum Beispiel im Wesentlichen quaderförmig ausgebildet sein.

[0046] Der Hauptluftverdichter 2 wird über eine erste Welle 11 von einem Antriebsmittel 12 angetrieben, das als Elektromotor, Gas- oder Dampfturbine ausgebildet ist. Außerdem ist in dem Beispiel ein Nachverdichter 14 für einen Teil der gereinigten Luft 54 vorgesehen. Über eine in der Zeichnung lediglich angedeutete Booster-Luft-Verrohrung 62 ist der Einlass des Nachverdichters 14 mit der Rohrleitung 54 für die gereinigte Luft verbunden. Die im Nachverdichter 14 weiterverdichtete Luft wird über eine weitere, in der Zeichnung nicht dargestellte Rohrleitung in den Tieftemperaturteil 7 geleitet, insbesondere in die Wärmetauscher-Box 8. In dem Beispiel wird der Nachverdichter 14 über eine weitere Welle 13 ebenfalls von dem Antriebsmittel 12 angetrieben. Alter-

nativ könnte der Nachverdichter unabhängig vom Hauptluftverdichter angetrieben werden, beispielsweise durch eine separate Gas- oder Dampfturbine oder durch einen separaten Elektromotor.

[0047] Die Produkte des Tieftemperaturteils 7 werden über beispielhaft eingezeichnete Produktleitungen 105, 106 abgegeben, die hier in Sammelleitungen 107 beziehungsweise 108 münden. Die Sammelleitungen 107, 108 sind auf einer Rohrbrücke 109 angeordnet und können die Vorrichtung und mögliche weitere identische oder ähnliche Vorrichtungen (Stränge) zu einer mehrsträngigen Anlage verbinden beziehungsweise zu einem Tanklager und/oder zu einer Notversorgungsvorrichtung führen.

[0048] Zur Abkühlung von Wasser vor dessen Einleitung in den Direktkontaktkühler 3 dient ein Verdunstungskühler 15. Darin wird trockener Reststickstoff aus dem Tieftemperaturteil in direkten Wärme- und Stoffaustausch mit abzukühlendem Kühlwasser gebracht. Über die Kühlwasser-Verrohrung 61 wird kaltes Kühlwasser zum Direktkontaktkühler geleitet. Warmes Kühlwasser wird direkt oder indirekt zum Verdunstungskühler zurückgeführt. Der feuchte Stickstoff aus dem Verdunstungskühler entweicht in die Atmosphäre.

[0049] Die Vorrichtung weist außerdem eine Betriebsmittel-Verrohrung (utility piping) 63 auf, deren Lage in der Zeichnung schematisch angedeutet ist. Die Betriebsmittel-Verrohrung dient zum Transport von Dampf, Gas und/oder Kühlwasser und zum Entsorgen von Kondensat, Kühlwasser etc. Sie mündet in Betriebsmittel-Sammelleitungen (nicht eingezeichnet), die auf der Rohrbrücke 109 angeordnet sein können. Betriebsmittel- und Booster-Luft-Verrohrung 63, 62 können auf dem Boden (auf Sleepern) oder auf einer oder mehreren Rohrbrücken angeordnet sein.

[0050] Die Grundflächen des Direktkontaktkühlers 3, der Reinigungseinrichtung 4 und des Tieftemperaturteils 7 weisen in dem Ausführungsbeispiel Kreisform, Rechteckform beziehungsweise eine komplexe Form auf. Diese Grundflächen sind auf einer Linie, zum Beispiel auf einer Hauptorientierungsachse 101 angeordnet. Zusätzlich verläuft diese Linie 101 auch durch die Grundfläche des Hauptluftverdichters 2. Hierdurch ergibt sich eine besonders kurze Einsatzgasverrohrung 52/53/54. Auch die Produktleitungen 105, 106, die gegenüber dem Eintritt der Einsatzleitung 54 angeordnet sind, weisen eine besonders geringe Länge auf. Sie können sogar so kurz sein, dass eine eigene Rohrbrücke nicht benötigt wird.

[0051] Das Rechteck 102, das die Grundflächen von Direktkontaktkühler 3, Reinigungseinrichtung 4 und Tieftemperaturteil 7 umschließt, ist in der Ausdehnung, die in der Zeichnung vertikal verläuft, etwa um den Faktor 1,7 länger als in der dazu senkrechten Richtung (horizontal in der Zeichnung). Für das Rechteck 103, das auch die Grundfläche des Hauptluftverdichters und der mit ihm verbundenen Apparate umschließt, gilt ein Faktor von etwa 1,8. Hierdurch reichen eine kurze Rohrbrücke 109 und Sammelleitungen 107, 108 geringer Länge für die

Produktabfuhr bzw. die Betriebsmittel-Zu- und Abfuhr aus; dies ist insbesondere bei mehrsträngigen Anlagen von Vorteil. (Die Zeichnung ist wegen ihres schematischen Charakters auch in dieser Hinsicht nicht unbedingt maßstäblich.)

[0052] Üblicherweise werden Direktkontaktkühler 3 und Verdunstungskühler 15 wegen ihrer funktionellen Beziehung als eine Einheit oder zumindest als unmittelbar benachbarte Einheiten angeordnet. In dem Ausführungsbeispiel ist der Verdunstungskühler 15 jedoch dem Tieftemperaturteil wesentlich näher als dem Direktkontaktkühler. Der Abstand 104 zwischen dem Verdunstungskühler 15 und dem Hauptwärmetauscher 8a beträgt etwa ein Fünftel des Abstandes zwischen dem Direktkontaktkühler 3 und dem Tieftemperaturteil 7. Hierdurch muss die Reststickstoffleitung zwischen dem Hauptwärmetauscher und dem Verdunstungskühler 15, die in der Zeichnung nicht dargestellt ist, nur eine relativ kurze Strecke überwinden und kann daher besonders kostengünstig realisiert werden; diese Einsparung fällt wegen des sehr großen Querschnitts der Reststickstoffleitung erheblich ins Gewicht. Die Kühlwasser-Verrohrung ist zwar länger, weist aber einen sehr viel geringeren Querschnitt auf und verteuert den Apparat nur unwesentlich.

[0053] Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlagen weisen regelmäßig eine oder mehrere Entspannungsanlagen auf, die zur Erzeugung von Kälte durch arbeitsleistende Entspannung eines oder mehrerer Prozess-Ströme dienen und üblicherweise als Turbinen ausgebildet sind. Die Anlage des Ausführungsbeispiels weist vorzugsweise eine Turbine zur arbeitsleistenden Entspannung eines Teilstroms der Einsatzluft oder eines Produkt- oder Zwischenproduktstroms aus der Tieftemperaturzerlegung auf. Diese Turbine sitzt in einem Turbinenkasten 16, der in dem Ausführungsbeispiel am Übergangsabschnitt 10 zwischen Wärmetauscher-Box 8 und Rektifikationsbox 9 angeordnet ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erzeugung eines Produkts durch Tieftemperaturzerlegung eines Gasgemischs, insbesondere von Luft, mit einem Direktkontaktkühler (3) zur Kühlung des Einsatzgemischs, mit einer Reinigungsvorrichtung (4) zur Reinigung des gekühlten Einsatzgemischs und mit einem Tieftemperaturteil (7), der einen Hauptwärmetauscher (8a) zur Abkühlung des gereinigten Einsatzgemischs auf etwa Taupunkttemperatur und eine Destilliersäule (9a) zur Tieftemperaturzerlegung des Einsatzgemischs aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Direktkontaktkühler (3), die Reinigungsvorrichtung (4) und der Tieftemperaturteil (7) auf einer Linie (101) angeordnet sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet**

- durch** einen dem Direktkontaktkühler (3) vorgeschalteten Einsatzgasverdichter (2) zur Verdichtung des Einsatzgemischs, wobei der Einsatzgasverdichter (2), der Direktkontaktkühler (3), die Reinigungsvorrichtung (4) und der Tieftemperaturteil (7) auf einer Linie (101) angeordnet sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet durch** einen dem Direktkontaktkühler (3) vorgeschalteten Einsatzgasverdichter (2) zur Verdichtung des Einsatzgemischs, wobei die Antriebswelle (11) des Einsatzgasverdichters (2) im Wesentlichen senkrecht zu der Linie (101) verläuft, auf welcher der Direktkontaktkühler (3), die Reinigungsvorrichtung (4) und der Tieftemperaturteil (7) angeordnet sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** einen dem Direktkontaktkühler (3) vorgeschalteten Einsatzgasverdichter (2) zur Verdichtung des Einsatzgemischs, wobei die Antriebswelle des Einsatzgasverdichters (2) im Wesentlichen parallel zu der Linie (101) verläuft, auf welcher der Direktkontaktkühler (3), die Reinigungsvorrichtung (4) und der Tieftemperaturteil (7) angeordnet sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis der Ausdehnung des kleinsten Rechtecks (102; 103), das die Grundflächen des Direktkontaktkühlers (3), der Reinigungsvorrichtung (4) und des Tieftemperaturteils (7) und ggf. des Einsatzgasverdichters (2) einschließt, in Richtung einer Verbindungsgeraden (101) zwischen Direktkontaktkühler (3) und Tieftemperaturteil (7) zu der Ausdehnung in der dazu senkrechten Richtung größer als 1, insbesondere größer als 1,8 ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Tieftemperaturteil (7) eine Wärmetauscher-Box (8), die mindestens einen Hauptwärmetauscher enthält, eine Rektifikationsbox (9), die mindestens eine Destilliersäule enthält, einen Übergangsabschnitt (10), der zwischen Wärmetauscher-Box (8) und Rektifikationsbox (9) angeordnet ist, und einen Turbinenkasten (16), der eine Entspannungsmaschine enthält, aufweist, wobei der Turbinenkasten (16) mit dem Übergangsabschnitt (10) verbunden ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit einer Einsatzgemischleitung (51, 52, 53, 54) zur Einleitung von Einsatzgemisch in den Hauptwärmetauscher und mit einer Produktleitung (105, 106) zum Abziehen des Produktstroms aus dem Hauptwärmetauscher, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einsatzgemischleitung (54) und die Produktleitung (104, 105) im Wesentlichen parallel zu einer Hauptorientierungsachse (101) verlaufen und an einander gegenüberliegenden Seiten des Hauptwärmetauschers angeordnet sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **gekennzeichnet durch** eine Sammelleitung (107, 108), in welche die Produktleitung (104, 105) an ihrem dem Hauptwärmetauscher abgewandten Ende einmündet, wobei die Sammelleitung (107, 108) im Wesentlichen senkrecht zur Hauptorientierungsachse (101) verläuft.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sammelleitung (107, 108) auf einer Rohrbrücke (109) oder auf dem Boden angeordnet ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sammelleitung mit einer Produktleitung einer oder mehrerer weiteren Tieftemperaturerlegungs-Vorrichtungen verbunden ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sammelleitung mit einem Speicherbehälter für Produkt verbunden ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hauptwärmetauscher (8a) ausschließlich als rekuperativer Wärmetauscher ausgeführt ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12 mit einem Kühlmittelkreislauf (61) zur Lieferung von Kühlmittel für den Direktkontaktkühler, wobei der Kühlmittelkreislauf einen Verdunstungskühler (15) zur Abkühlung von Kühlmittel im direkten Wärmeaustausch mit einem Gasstrom aus dem Tieftemperaturteil aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis des Abstandes zwischen Verdunstungskühler (15) und Direktkontaktkühler (3) zu dem Abstand (104) zwischen Verdunstungskühler (15) und Hauptwärmetauscher (8a) mindestens 0,5 insbesondere mindestens 1,0 beträgt.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis des Abstandes zwischen Verdunstungskühler (15) und Direktkontaktkühler (3) zu dem Abstand (104) zwischen Verdunstungskühler (15) und Hauptwärmetauscher (8a) mindestens 2, insbesondere mindestens 4 beträgt.
15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand (104) zwischen Verdunstungskühler (15) und Hauptwärmetauscher (8a) höchstens 20 m, insbesondere höchstens 10 m beträgt.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand zwischen Verdunstungskühler und Direktkontaktkühler (3) mindestens 10 m, insbesondere mindestens 25 m beträgt.

5

10

15

20

25

30

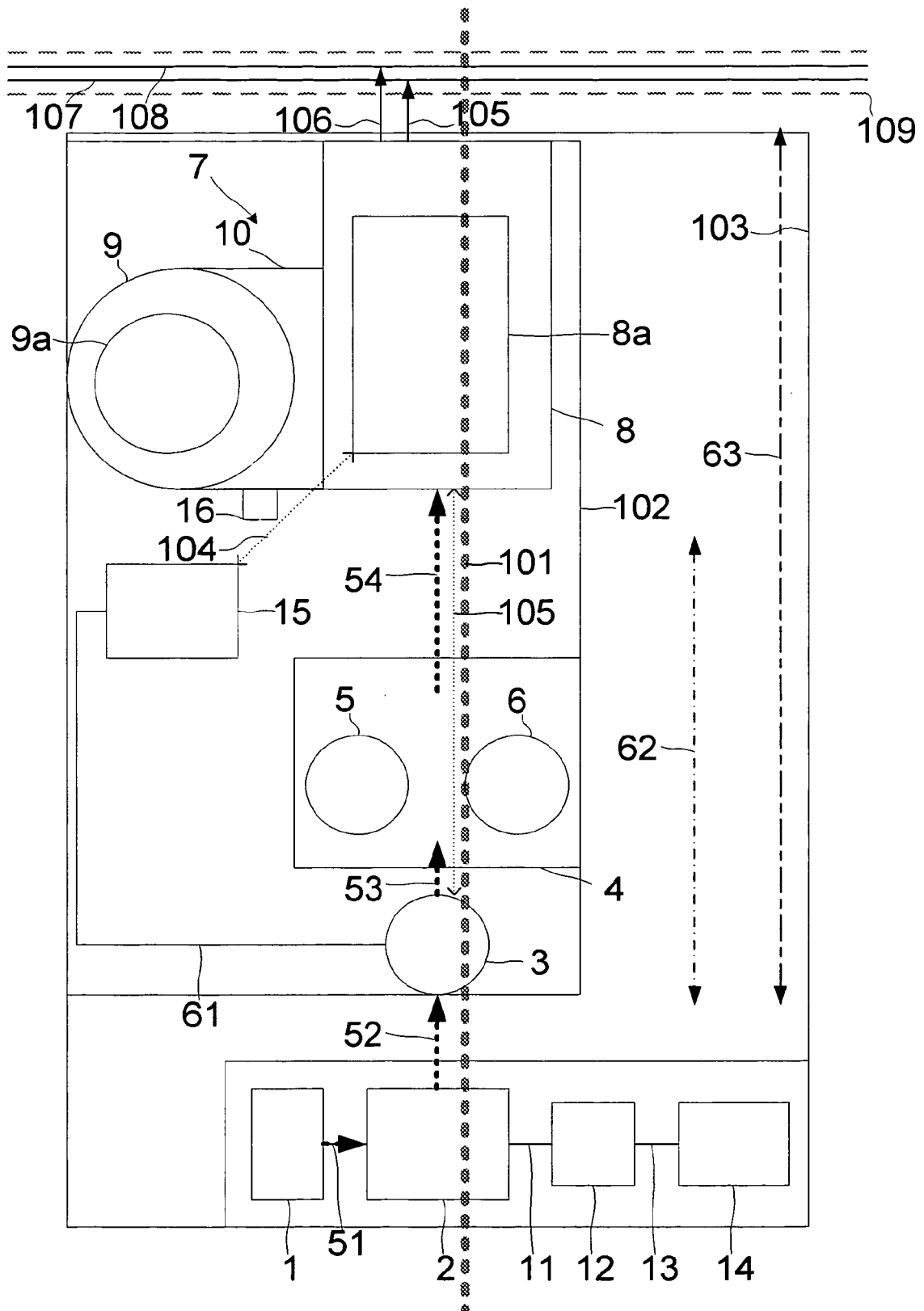
35

40

45

50

55





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	"OXYGEN-NITROGEN GENERATORS" PUBLICATION BOC CRYOPLANTS, BOC CRYOPLANTS ENGINEERING CENTRE, GUILDFORD, GB, Mai 1992 (1992-05), Seiten 1-5, XP001223905 * das ganze Dokument *	1-12	F25J3/04 F25J3/04
A	US 5 461 871 A (BRACQUE ET AL) 31. Oktober 1995 (1995-10-31) * das ganze Dokument *	1-4,6	
A	"Skid-mounted Oxygen-Nitrogen Plant Type SK145" PUBLICATION BOC CRYOPLANTS, BOC CRYOPLANTS ENGINEERING CENTRE, GUILDFORD, GB, September 1991 (1991-09), Seiten 1-3, XP001223907 * das ganze Dokument *	1,2,7	
A	US 5 412 954 A (GRENIER ET AL) 9. Mai 1995 (1995-05-09) * Spalte 3, Zeile 67 - Spalte 4, Zeile 7; Abbildung 3 *	6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	US 5 979 182 A (GOTO ET AL) 9. November 1999 (1999-11-09) * Spalte 3, Zeilen 11-37 * * Spalte 5, Zeile 65 - Spalte 6, Zeile 26; Abbildungen 1,2B,2C,4 *	7,13	F25J
A	FR 2 799 277 A (L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCE) 6. April 2001 (2001-04-06) * Abbildung 1 *	7	
----- -/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. März 2006	Prüfer Göritz, D
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03) 2



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	FR 2 844 344 A (L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCE) 12. März 2004 (2004-03-12) * das ganze Dokument *	8,10,11	
A	SCHMUECKER B: "PROJEKTSPEZIFISCHE OPTIMIERUNG VON ANLAGENKONZEPTEN BEI DER LUFTZERLEGUNG" BERICHTE AUS TECHNIK UND WISSENSCHAFT, LINDE AG. WIESBADEN, DE, Bd. 80, 2000, Seiten 27-31, XP001204721 ISSN: 0942-332X * Abbildung 5 *	8,10	
A	US 2004/050095 A1 (BRIGHAM WILLIAM D ET AL) 18. März 2004 (2004-03-18) * Abbildungen 4,5 *	1,2	
A	DE 28 22 774 A1 (LINDE AG; LINDE AG, 6200 WIESBADEN, DE) 29. November 1979 (1979-11-29) * das ganze Dokument *	1,2	
A	FR 2 780 147 A (L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCE) 24. Dezember 1999 (1999-12-24) * Seite 9, Zeile 12 - Seite 10, Zeile 7; Abbildungen 2A,2B *	1	
RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. März 2006	Prüfer Görnitz, D
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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	

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

EP 05 02 4947

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 Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-03-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5461871 A	31-10-1995	CA 2124898 A1	04-12-1994
		CN 1118277 A	13-03-1996
		CN 1261653 A	02-08-2000
		DE 69402914 D1	05-06-1997
		DE 69402914 T2	18-12-1997
		EP 0629829 A1	21-12-1994
		ES 2104301 T3	01-10-1997
		FR 2706025 A1	09-12-1994
		JP 6347164 A	20-12-1994
		-----	-----
US 5412954 A	09-05-1995	CA 2106106 A1	17-03-1994
		CN 1085312 A	13-04-1994
		CZ 9301922 A3	15-06-1994
		DE 69311040 D1	03-07-1997
		DE 69311040 T2	11-12-1997
		EP 0588690 A1	23-03-1994
		FR 2695714 A1	18-03-1994
		JP 3436394 B2	11-08-2003
		JP 6194035 A	15-07-1994
		-----	-----
US 5979182 A	09-11-1999	JP 3527609 B2	17-05-2004
		JP 10253250 A	25-09-1998
		TW 422732 B	21-02-2001
-----	-----	-----	-----
FR 2799277 A	06-04-2001	KEINE	
-----	-----	-----	-----
FR 2844344 A	12-03-2004	EP 1398585 A1	17-03-2004
		US 6945076 B1	20-09-2005
-----	-----	-----	-----
US 2004050095 A1	18-03-2004	KEINE	
-----	-----	-----	-----
DE 2822774 A1	29-11-1979	KEINE	
-----	-----	-----	-----
FR 2780147 A	24-12-1999	KEINE	
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0461

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